

**Calcium- und Phosphorgehalt im Blutserum
klinisch gesunder und festliegender Kühe
des Lehr- und Versuchsgutes
Oberschleißheim**

Heribert Rau

1973

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und
Konstitutionsforschung der Universität München

Vorstand: Professor Dr. H. Kräußlich

CALCIUM - UND PHOSPHORGEHALT
IM BLUTSERUM KLINISCH GESUNDER
UND FESTLIEGENDER KÜHE DES
LEHR- UND VERSUCHSGUTES
OBERSCHLEISSHEIM

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der veterinär - medizinischen
Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Heribert Rau
aus
München

München 1973

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme
Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent: Univ. Doz. Dr. H. Erbersdobler



Tag der Promotion: 27. Juli 1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1. Calcium	3
2.1.1. Calciumstoffwechsel	3
2.1.2. Physiologische Calciumwerte	4
2.2. Phosphor	7
2.2.1. Phosphorstoffwechsel	7
2.2.2. Physiologische Phosphorwerte	8
2.3. Einflußgrößen auf die Serumkonzentrationen von Ca und P im Blut	10
2.3.1. Einfluß von Jahreszeit, Fütterung und Haltung	10
2.3.2. Einfluß von Gravidität und Laktation	12
2.3.3. Einfluß von Alter und Rasse	13
2.4. Festliegen der Rinder	14
2.4.1. Allgemein	14
2.4.2. In Abhängigkeit von Jahreszeit und Fütterung	16
2.4.3. In Abhängigkeit vom Alter	19
2.4.4. In Abhängigkeit von der Rasse	21
2.4.5. In Abhängigkeit von der Leistung	23

	Seite
3. Material und Methodik	26
3.1. Fütterung	26
3.1.1. Verwendete Futtermittel	26
3.1.2. Futterration	27
3.2. Untersuchungsdaten	29
4. Ergebnisse	32
4.1. Auftreten von Festliegen in der Schleißheimer Herde	32
4.2. Einfluß der Jahreszeit	35
4.3. Einfluß der Laktationsnummer	39
4.4. Einfluß der Laktation und der Gravidität	42
4.5. Einfluß der Geburt	46
4.6. Einfluß der Laktationsnummer auf die Blutserumwerte während der Geburt	48
4.7. Einfluß der Leistung	57
4.8. Einfluß der Bullen auf die Blutserum- werte während der Geburt	59
5. Diskussion	61
6. Zusammenfassung	66
7. Summary	68
8. Literaturverzeichnis	70

1. EINLEITUNG

Produktionssteigerung, Rentabilität, Leistung und Umsatz sind in dem Bereich der Industrie längst zu festen Begriffen geworden und erlangen jetzt auch in der Landwirtschaft immer mehr an Bedeutung. Der Strukturwandel der Landwirtschaft ist geprägt von einer Industrialisierung und Intensivierung der Betriebe, d. h. nur der nach wirtschaftlichen Kriterien geführte landwirtschaftliche Betrieb kann sich auf die Dauer behaupten.

Die im Zuge dieser Entwicklung durchgeführte Züchtung auf hohe Milchleistung und damit größere Rentabilität hat besonders auf dem Gebiete der Stoffwechselkrankheiten zu neuen Problemen geführt. Für den Tierhalter ist es aber von großer Bedeutung, daß ein Rind gezüchtet wird, welches neben höchster Milchleistung fruchtbar ist und gesund bleibt und dadurch hohe Lebensleistung und Wirtschaftlichkeit gewährleistet.

Der Verfasser untersuchte in der Hochleistungsherde des Lehr- und Versuchsgutes der Tierärztlichen Fakultät der Universität München in Oberschleißheim die Zusammenhänge zwischen Blutserumwerten von Calcium und Phosphor und dem Auftreten von Festliegen nach der Geburt.

Die Schleißheimer Herde ist wegen ihres sehr hohen Leistungsniveaus für die Untersuchung von Stoffwechselkrankheiten, wie Gebärpause und Acetonämie, als Modell

besonders geeignet.

Das Ziel dieser Untersuchungen ist letztendlich festzustellen, ob eine Selektion gegen Stoffwechselkrankheiten möglich ist und welche Parameter hierfür geeignet sind. In vorliegender Arbeit werden zu diesem Zweck die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor untersucht.

2. L I T E R A T U R

2. 1. C a l c i u m

2. 1. 1. Calciumstoffwechsel

Der tierische Organismus benötigt eine große Anzahl von Mineralstoffen, da diese verschiedene Funktionen im Stoffwechsel zu erfüllen haben.

Mehr als 90 % des gesamten Calciums liegen im Skelett und in den Zähnen gebunden vor. Nur ein geringer Anteil des Minerals zirkuliert ständig im Blutkreislauf. Das Calcium im Serum besteht aus einem dialysierbaren Anteil, der etwa 50 - 60 % umfaßt und in erster Linie in ionisierter Form vorliegt. Das nicht diffusible Calcium ist in der Hauptsache an Serumproteine gebunden (K o l b 1967).

Die physiologisch aktive Form stellen die Calciumionen dar, welche bei der Muskelkontraktion, der neuromuskulären Erregbarkeit, sowie der Blutgerinnung von besonderer Bedeutung sind.

Mit dem Futter aufgenommenes Calcium gelangt über die Darmpassage in die Blutbahn. Die Resorptionsrate ist normalerweise weitgehend konstant, ist aber in bestimmtem Rahmen von der Menge des mit der Nahrung zugeführten und verwertbaren Calciums abhängig.

Der Prozentsatz der resorbierten Menge steigt und fällt dadurch mit dem Angebot (K i m b e r g und Mitarb. 1961).

Gespeichert wird das Element Calcium im Knochengewebe um im Bedarfsfall daraus wieder gelöst zu werden. Die Ausscheidung erfolgt über den Magen - Darmtrakt bzw. die Niere und das Euter.

Der Calciumstoffwechsel wird hormonell gesteuert.

Calcium - Aufnahme und ein weites Calcium / Phosphor - Verhältnis führen zu einer anhaltenden Sekretion von Thyreocalcitonin und zu einer Einschränkung der Mobilisierung von Mineralstoffen aus dem Knochen. Dagegen begünstigt das Parathormon die Demineralisierung des Knochens und führt so zu einer Steigerung des Calciumstoffwechsels (K a n e k o et al. 1970).

Vitamin D soll die Resorption des Calciums aus dem Magen - Darmtrakt günstig beeinflussen, wie die Untersuchungen von Y o u n g und C a p e n (1970) zeigen.

2. 1. 2. Physiologische Calciumwerte

In der Literatur werden unterschiedliche physiologische Calciumwerte beim Rind genannt.

Während bei S c h e u n e r t und T r a u t m a n n (1965) 9 - 12 mg% Ca im Serum angegeben werden, findet B e c k e r (1957) Werte zwischen 9,0 und 14,69 mg% bei 11,27 mg% im Durchschnitt.

O l l * und Mitarb. (1968) geben 10 mg% Ca an.

A m r o u s i und H o f m a n n (1970, 1. Mittlg.)
finden in ihren umfangreichen Untersuchungen Ca - Werte
von 10,54 mg% $\pm$ 0,219; B o s t e d t (1972) Durch-
schnittswerte von 9,42 mg% $\pm$ 0,59.

Tabelle 1 : Weitere Literaturangaben

Ca mg%	Anzahl d. Tiere	Autoren
7,4	236	Lane et al (1968)
9,14 $\pm$ 1,07	446	Schmid (1963)
9,92 $\pm$ 0,61	198	Butendieck (1965)
10,9 $\pm$ 1,38	34	Mahouy (1961)

Die Serumkonzentration von Calcium nimmt bei der Geburt
ab; man spricht von der " physiologischen Hypocalcämie ".

S t ö b e r (1970) findet bei Tieren mit normal ver-
laufender Geburt Calciumwerte von 7 - 8,5 mg%. Von
M a y e r et al. (1969) werden 7 mg% als niedrigster
Wert angegeben.

Bei den schwedischen Milchrassen hat C a r l s t r ö m
(1961) innerhalb der ersten 72 Std. p. p. im Serum
eine Konzentration von 9,16 $\pm$ 0,13 mg% gemessen.

R o b e r t s o n et al. (1956) haben bei Kühen
während des Kalbens eine Erniedrigung der Calcium- und

Phosphorwerte, sowie eine Erhöhung der Magnesiumwerte in Abhängigkeit vom Alter gefunden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 : Abfall des Ca- und P-, sowie Erhöhung des Mg- Spiegels in % zum Zeitpunkt der Geburt

Laktationen	Ca- Vermind.	P- Vermind.	Mg- Erhöh.
1. Laktation	11,7 %	33,8 %	7,7 %
2. Laktation	17,6 %	38,4 %	24,1 %
3. Laktation	22,9 %	46,4 %	34,4 %
4. Laktation	30,6 %	48,1 %	35,9 %

Ähnliche Ergebnisse sind von M o o d i e et al.
(1955) veröffentlicht worden, wie Tabelle 3 zeigt.

Tabelle 3 : Abnahme in % des Calcium- und Phosphor-
spiegels zum Zeitpunkt der Geburt

	Kalbung	2 Tage a. p.	Geburt	% Abweich.
Ca	1 + 2	10,84 mg%	10,67 mg%	- 1,6 %
	3 - 6	11,31 mg%	8,48 mg%	- 25,0 %
P	1 + 2	6,03 mg%	4,46 mg%	- 26,0 %
	3 - 6	5,68 mg%	3,22 mg%	- 43,3 %

Zu anderen Ergebnissen kommen S t ö c k l et al.
(1965). Sie finden keinen Unterschied im Calcium-
spiegel des Blutserums 1 Woche a. p. und 24 Std. p.p..
Auch P u f e, S e i d e l und G r ü n (1970)
haben im Serum von 50 Kühen relativ konstante Calcium-
werte um die Geburt gemessen:

20 - 1 Tag a. p.	10,2	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix}$	2,2 mg% Ca
1 - 48 Std. p. p.	10,2	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix}$	2,0 mg% Ca
5 - 8 Tage p. p.	10,1	$\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix}$	1,9 mg% Ca

Die zu beobachtende Störung der Magen - Darmtätigkeit
und der verminderten Futteraufnahme führt zu einer
Einschränkung der Calciumaufnahme aus dem Darm
(B r o n s c h 1969).

Bei Tieren, die nicht in der Lage sind, die zur Milch-
bildung benötigten Calciummengen sehr schnell aus dem
Knochen freizusetzen (verzögerte oder ungenügende
Reaktion der Epithelkörperchen), kommt es zu einer
Senkung des Mineralstoffspiegels.

2. 2. P h o s p h o r

2. 2. 1. Phosphorstoffwechsel

Phosphor liegt im Organismus in anorganischer und or-
ganischer Bindung als Phosphat vor. Das Phosphat in
organischer Bindung ist Baustein der Phosphatide,
Nukleotide, Nukleoproteide, der Phosphoproteide sowie
von energiereichen Verbindungen wie Adenosintriphosphat.

In Form der energiereichen Phosphatverbindungen beeinflußt Phosphor den Energiestoffwechsel aller Zellen. Der Knochen ist nicht nur Reserveorgan von Calcium, sondern auch von Phosphor, wie dies mit Hilfe von radioaktiven Elementen nachgewiesen werden kann (K o l b 1967). Es werden ca. 40 % des resorbier-ten Phosphats im Knochen deponiert.

2. 2. 2. Physiologische Phosphorwerte im Serum

Der Gehalt an anorganischem Phosphat im Serum wird bei S c h e u n e r t und T r a u t m a n n (1965) mit 3 - 4 mg% angegeben. D u k e s (1960) findet Werte von 3-8 mg%. L i g e o i s, D e r i v a u x und H e n n a u x (1948) untersuchen 81 Rinder und weisen nach, daß die Schwankungen bei den Phosphorwerten höher liegen als bei den Calciumwerten; hauptsächliche Ursache der Schwankungen soll das Alter sein. Die Werte liegen zwischen 4,5 mg% und 8,5 mg%. S q u i b b e t al. veröffentlichen 1958 Phosphorwerte von 6,0 - 9,2 mg%.

Tabelle 4 : Weitere Literaturangaben

P mg%	Anzahl d. Tiere	Autor
4,28 $\pm$ 0,17	254	Amrousi u. Hofmann (1970)
5,72 $\pm$ 0,81	446	Schmid (1963)
5,97 $\pm$ 1,09	198	Butendieck (1965)
9,00	52	Schröter u. Seidel (1966)

Die enge Verbindung zwischen Calcium- und Phosphorstoffwechsel bewirkt, daß auch der Phosphorspiegel im Serum um 30 - 40 % abnimmt (R o b e r t s o n et al. 1956, M o o d i e et al. 1955).

Die Geburtswerte von Phosphor sollen nach D u c k - w o r t h und G o d d e n (1940) auf 2,42 - 3,94 mg% absinken; C a r l s t r ö m (1961) findet ein Absinken von 6,04 mg% auf 4,95 mg% unmittelbar nach der Geburt.

B o s t e d t (1972) findet bei seinen umfangreichen Untersuchungen sowohl bei Kalbinnen als auch bei Kühen bei der Geburt Veränderungen des Phosphorspiegels, wie folgende Tabelle zeigt.

Tabelle 5 : Beziehungen zwischen Alter und Phosphorkonzentration (mg%) im Blutserum

	1 - 2 Wo. a.p.	0 - 12 Std. p.p.
Kalbinnen	6,54 $\pm$ 1,41	5,43 $\pm$ 1,21
n	28	40
Veränd. in %		- 17,0 %
Kühe, 4 - 7 J.	6,09 $\pm$ 1,42	4,63 $\pm$ 1,41
n	18	24
Veränd. in %		- 24,0 %
Kühe 7 Jahre	4,82 $\pm$ 0,87	4,25 $\pm$ 1,41
n	13	19
Veränd. in %		- 11,8 %

Während P u f f e, S e i d e l und G r ü n (1970) noch eine leichte Abnahme der Serumkonzentration von 10,1 auf 9,7 mg% feststellen, finden S t ö c k l et al. (1965) und S a i d et al. (1964) keine Abnahme des Phosphors bei klinisch gesunden Tieren.

2. 3. Weitere E i n f l u ß g r ö ß e n auf die Calcium- und Phosphorkonzentrationen im Serum sind Jahreszeit, Fütterung, Haltung, Gravidität, Laktation, Alter und Rasse.

2. 3. 1. Einfluß von Jahreszeit, Fütterung und Haltung auf die Calcium- und Phosphorwerte im Serum

In ihren umfangreichen Untersuchungen stellen S h i r - l e y et al. (1968) fest, daß der Calciumgehalt jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Im März liegt der Durchschnittswert bei 9,8 mg%, während er im September auf 11,3 mg% ansteigt.

Bei einer Gegenüberstellung der Befunde von Sommer und Winter innerhalb des gleichen Trächtigkeitsstadiums wird eine wesentlich niedrigere Konzentration von Calcium und Phosphor im Winter festgestellt, wobei diese Verschiebungen nach A m r o u s i und H o f m a n n (1970) statistisch gesichert sind ($p < 0,05$).

Die Ergebnisse von U n s e l m und F l o c k (1967) lassen erkennen, daß bei Kühen der Phosphorgehalt im zweiten Drittel des Jahres signifikant unter dem Durch-

schnittswert liegt. Die Autoren sehen einen Zusammenhang zwischen dem niedrigen Phosphorgehalt und dem Weidegang der Tiere.

Der Blutspiegel an anorganischem Phosphor zeigt sich in den Untersuchungen von B h o s r e k a r et al. (1967) von der Jahreszeit abhängig; nicht aber der des Calciums. Der jahreszeitliche Einfluß soll aber zu einem wesentlichen Teil auf Unterschiede in der Fütterung zurückzuführen sein.

B u t e n d i e c k (1965) stellt bei Rindern ein Phosphormaximum zu Anfang der Stallperiode fest, und weist auf die Beziehungen zwischen Kalbezeit und Phosphorgehalt im Serum der Tiere hin.

Die Fütterung der Tiere ist in der Mehrzahl der Betriebe eng mit der jahreszeitlichen Vegetation verbunden. Sie wird unterschiedlich in ihrem Einfluß auf die Mineralstoffkonzentration bewertet. Z u c k e r (1953) findet nach Weideauftrieb einen Anstieg des Serumcalciums. Dagegen hat H a m b r o c k (1931) gleiche Werte in einem Rinderbestand bei Stallfütterung und bei Weidegang gemessen. Bei Sauerblattfütterung jedoch liegen klinisch gesunde Tiere in einem anderen Betrieb etwas niedriger in ihren Calcium- und höher in ihren Phosphorwerten als bei Grünlandfütterung.

Russische Autoren (O l l' et al. 1968) berichten, daß der Calciumgehalt des Blutserums nicht mit dem der Futterrationsration in Beziehung steht.

2. 3. 2. Einfluß von Gravidität und Laktation auf die Calcium- und Phosphorwerte im Serum

Der Calciumspiegel bleibt nach S c h r ö t e r und S e i d e l (1966) während der Gravidität relativ konstant und wird in dieser Zeit nicht von der Laktation beeinflußt.

Zu anderen Ergebnissen kommen A m r o u s i und H o f m a n n (1970). Die Mittelwerte des Calciums zeigen bis zum dritten Monat der Laktation sowohl im Winter wie im Sommer steigende Tendenz. Während anschließend im Sommer ein allmählicher Abfall bis zum 7. Monat beobachtet wird, kommt es in den Wintermonaten zu einer signifikant steileren Abnahme ($p < 0,01$). Es muß allerdings ab dem 5. Monat p. p. mit einem parallelen Einfluß der erneuten Trächtigkeit gerechnet werden, womit die Konzentrationserniedrigung zu erklären ist.

Eine Abnahme des Phosphors bei hochlaktierenden Tieren beobachten P a y n e und L e e c h (1964); K i s s e l j o w (1962) kann dies nur in den letzten Monaten der Laktation feststellen.

Die Gravidität wirkt sich nach Ansicht von P a y n e und L e e c h (1964) nicht negativ auf die Phosphorkonzentration aus.

Auch nach U n s e l m und F l o c k (1967) werden die Phosphorwerte durch die Gravidität nicht signifikant

verändert. Für die Konzentrationsänderungen des Phosphors während der Gravidität werden viele Ursachen genannt, die aber nach Meinung der Autoren bisher als Erklärungen nicht befriedigen.

2. 3. 3. Einfluß von Alter und Rasse auf die Calcium- und Phosphorwerte im Serum

Ältere Tiere haben nach H i p p m a n n (1930), P a y n e und L e e c h (1964) und U n s e l m und F l o c k (1967) einen niedrigeren Calcium- und Phosphorgehalt im Blutserum als Kälber oder Jungrinder. Der Einfluß des im Hypophysenvorderlappen gebildeten somatotropen Hormons spielt nach R a b e n und Mitarb. (1962) ebenso eine wichtige Rolle wie die Funktion der Gonaden (H a m i l t o n et al. 1956) bei der Regulation des Phosphorhaushaltes.

Androgene und östrogene Steroide, die von der Geschlechtsreife an vermehrt ausgeschieden werden, sollen eine Abnahme des Phosphatspiegels bedingen (U n s e l m und F l o c k 1967).

L a u n e r (1967) hat bei 350 klinisch gesunden Rindern mit zunehmendem Alter ein Absinken des Calciumspiegels im Serum festgestellt; allerdings sollen auch gelegentliche Anstiege auftreten.

S t ö b e r (1970) gibt an, daß die Fähigkeit, das mit der Nahrung zugeführte Calcium auszunutzen, mit fort-

schreitendem Alter abnimmt. Während bei zweijährigen Tieren die Verdaulichkeit im Durchschnitt 36 % beträgt, sind es bei alten Kühen nur noch 22 %.

H o f m a n n und A m r o u s i (1970, 2. Mittlg.) und G ü r t l e r (1964) behaupten, daß eine Altersabhängigkeit des Calciumspiegels im Serum noch nicht nachgewiesen werden konnte.

2. 4. Festliegen der Rinder

2. 4. 1. Allgemein

Die Symptome des Festliegens um den Geburtszeitpunkt werden bereits vor 180 Jahren in der Arbeit von E b e r h a r d (1793) beschrieben. Erst allmählich folgen Untersuchungen um die Ätiologie des " Festliegens " zu erforschen.

Dabei stellen S c h m i d t und A n d e r s e n (1897) fest, daß durch Einpumpen von Luft, bzw. von Kaliumjodidlösung, in die Milchdrüse eine Heilung zu erzielen ist.

Die Vermutung, daß Mineralstoffmangel, insbesondere das Fehlen von Calcium, die Ursache der Gebärparese sein könnte, wird zuerst von B l e n d i n g e r (1917) geäußert.

Diese Ansicht bestätigt sich dann durch die Arbeiten von D r y e r r e und G r e i g (1925), sowie von L i t t l e und W r i g h t (1925), welche

bei gebärparesekranken Tieren subnormale Calciumwerte finden.

C a r l s t r ö m (1961), H a l l g r e e n (1940) und H e m s l e y (1957) geben bei der typischen Form der Gebärparese Calciumwerte von 2,5 - 7,9 mg% an. S t ö b e r (1970) definiert die hypocalcämische Gebärparese als : " Eine in zeitlichem und ursächlichem Zusammenhang mit dem Laktationsbeginn einsetzende, meist perakut bis akut verlaufende Störung des Mineralstoffhaushaltes, die durch Hypocalcämie und eine dadurch bedingte, oft bis zum Festliegen fortschreitende Lähmung der quergestreiften und glatten Muskulatur, Kreislaufschwäche, sowie zunehmende Trübung des Bewußtseins gekennzeichnet ist. "

D r y e r r e und G r e i g (1925) vermuten auch ein zeitweiliges Versagen der Nebenschilddrüse.

S j o l l e m a (1933) zieht als erster den Mangel an Phosphor in Betracht, nachdem er bei seinen Untersuchungen erniedrigte Phosphorwerte gefunden hat. Es fehlen allerdings bei dieser Art des Festliegens die typischen Gebärparesesyndrome wie Koma und Freßunlust.

H a l l g r e e n (1962) bestätigt dies in seinen Untersuchungen. Auch er bezeichnet als Hauptkriterium den erniedrigten Phosphorgehalt im Serum und nennt die Krankheit " atypische Gebärparese des Rindes ".

H o f m a n n (1971) beschreibt ein Festliegen mit freiem Sensorium (downer cow - syndrom), welches

sowohl ante, als auch post partum auftreten kann.

Im Gegensatz zur hypocalcämischen Gebärlähmung ist der Serumcalciumspiegel sehr oft normal oder nur geringgradig erniedrigt. Der Serumphosphorspiegel ist in beiden Fällen häufig erniedrigt, besonders ausgeprägt beim Festliegen mit freiem Sensorium ($\bar{x} = 2,59 \text{ mg\%} \pm 0,15$).

G r e i g (1930) vermutet, daß auch das Vitamin D bei der Gebärpause eine bedeutende Rolle spielt.

Nachgewiesen wird dies von H i b b s und P o u n - d e n (1951), sowie S e e k l e s et al. (1958).

2. 4. 2. Auftreten von Gebärpause in Abhängigkeit von Jahreszeit und Fütterung

M e t z g e r und M o r r i s o n (1936) finden eine Anhäufung der Gebärpause von Januar bis April. Sie glauben allerdings, daß hier die Fütterung eine Rolle spielt (schlechtere Qualität des Heues in der zweiten Winterhälfte).

J ö n s s o n (1960) kann während der Weideperiode (Mai / September) eine signifikant höhere Erkrankungshäufigkeit als in der Zeit der Stallfütterung feststellen. Vergleiche zwischen der Krankheitshäufigkeit während des ersten (Oktober - Dezember) und des zweiten (Januar - April) Teiles der Stallperiode zeigen, daß sie im zweiten Teil jedes Jahres etwas höher ist. Die

Unterschiede sind aber nicht signifikant. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, daß Färsen und junge Kühe verstärkt im Herbst kalben und damit den Durchschnitt der Erkrankungshäufigkeit während der Stallperiode drücken. Aus diesem Grunde hat er die ersten und zweiten Geburten ausgeschlossen, wodurch das Durchschnittsalter der abkalbenden Kühe während der Weide- und Stallperiode jeweils ungefähr gleich ist.

Auch O s i n g a (1965) stellt während der Weideperiode häufiger Kalbefieber fest.

H o f m a n n und L a n z (1962) können die meisten MilCHFieberfälle in den Monaten Februar / März, Oktober und Dezember feststellen; allerdings beobachten sie auch in den Monaten Mai / Juni und September die Erkrankungen relativ häufig.

B r o n c h a r d (1964) findet während der Winterfütterung eine höhere MilCHFieberfrequenz; M ä k a l a (1963) gibt in der Stallperiode eine MilCHFieberhäufigkeit von 6,8 % an; in der Weidezeit betragen die Werte nur 2,4 %.

Auch E h g a r t n e r (1966) hat im Frühjahr die meisten Erkrankungen beobachtet; das Minimum lag von Juli bis Dezember.

J a k o b s e n / und K n u d s e n (1962) berichten, daß Verdauungsstörungen ein wesentlicher ätiologischer Faktor für das Auftreten der Gebärpause sind.

In Fütterungsversuchen mit hohen Calciummengen

(140 - 170 g pro Tier und Tag) und geringem bzw. normalem Phosphorgehalt in der Futterzusammensetzung während einer Periode von 3 Monaten vor der Geburt verabreicht, hat E n d e r (1962) in etwa 50 % der Fälle die Symptome der Gebärpause auslösen können. B r o n c h a r d (1964) vermutet, daß Futtermittel das Auftreten von Festliegen begünstigen. B o d a und C o l e (1954) sehen in phosphorreichen Diäten a. p. eine gute Prophylaxe. Einen Phosphormangel von 30 % und einen Calciumüberschuß bis zu 380 % findet K i r c h g e s s n e r (1955) in Futterrationen milchfiebererkrankter Tiere. Durch Verfütterung von tierischem Eiweiß an gebärpau- seanfällige Kühe glaubt V i g u e (1952) die Erkrankungshäufigkeit senken zu können, da er Eiweißmangel als ein wichtiges ätiologisches Moment ansieht. Seiner Meinung nach kann die Kuh Calcium aus den Skelettreserven nur dann mobilisieren, wenn im Blut genügend Eiweiß vorhanden ist. E n d e r und Mitarb. (1956) hingegen betonen, daß eine eiweißreiche Ration während des Trockenstehens die Milchfieberhäufigkeit erhöht. Die spätere Milchsekretion soll dadurch stimuliert und die Calciumresorption aus dem Darm erhöht werden. E n d e r und D i s h i n g t o n (1970) kommen zu dem Ergebnis, daß eine calciumreiche Futterration mit saurem pH genügend lange vor und nach der Geburt ver-

füttert, die Krankheit verhindern kann.

Die Ursache des vermehrten Auftretens der atypischen Gebärpause (downer cow - syndrom) sieht O s i n g a (1963) in dem enger gewordenen Eiweiß - Stärke Verhältnis der Futterration.

2. 4. 3. Auftreten von Gebärpause in Abhängigkeit vom Alter

In der Regel werden besonders Kühe nach dem 3. bis 8. Kalben, d. h. im Alter von etwa 5 bis 10 Jahren vom " Festliegen " betroffen (R o s e n b e r g e r 1960). B e l s c h n e r (1967) schreibt, daß Milchfieber meist vom 4. bis 9. Lebensjahr vorkommt. Bei Färsen tritt normalerweise kein Milchfieber auf. Selbst in den beiden ersten Laktationen ist das selten der Fall. M a r r, M o o d i e und R o b e r t s o n (1955) finden bei 93 Milchfieberfällen nur 2 Erkrankungen vor dem 3. Kalben; S w a r b r i c k (1956) kann ebenfalls nur von 2 Gebärpausefällen vor der 3. Laktation berichten.

H e n d e r s o n (1938) beobachtet bei 230 Färsenkalbungen kein Milchfieber. In diesen Untersuchungen steigt die Empfänglichkeit für Milchfieber bis zur 5. Geburt an, und bleibt dann für die folgenden Kalbungen auf gleicher Höhe.

M ä k a l a (1963) gibt an, daß bei älteren Kühen

häufiger Milchfieber auftritt. Bis zur 4. Geburt haben 3,9 % der Kühe Milchfieber, dagegen bei späteren Geburten 14,7 %.

B r o n c h a r d (1964) berichtet, daß bei der Mehrzahl der untersuchten Farmen in Australien das Milchfieber am häufigsten in der 3. Laktation auftrat. Nach J ö n s s o n (1960) und O s i n g a (1965) nimmt mit der Anzahl der Abkalbungen bis zur 9. Geburt die Häufigkeit des Auftretens von Milchfieber zu.

Tabelle 6: Alters - Verteilung bei Gebärpause
nach J ö n s s o n (1960)

Lakt.	G. P.- Fälle	Geburten	Erkrank. häufigkeit in %	X ² -Werte zwischen folg. Klassen
1	0	3026	0	14,4 +++
2	12	2526	0,5	15,4 +++
3	34	2091	1,6	70,6 +++
4	114	1608	7,1	10,8 +++
5	130	1228	10,6	5,54 +
6	132	950	13,9	3,08
7	111	649	17,1	0,841
8	67	446	15,0	4,59 +
9	60	283	21,2	8,24 ++
10 u. mehr	36	293	12,3	
Insgesamt	696	13100	5,3	

Ebenso wie L a v o r , B o r c h a r t und T h e -
r e t (1961) stellen auch L i e b s c h (1937),
H o f m a n n und L a n z (1962) die größte Er-
krankungsrate im Alter von 5 bis 8 und mehr Jahren fest.
Das Durchschnittsalter der festliegenden Tiere ist bei
S c h r ö t e r und S e i d e l (1966) 9,0 Jahre.

2. 4. 4. Auftreten von Gebärpapese in Abhängigkeit von der Rasse

Der Gebärpapese wird oft keine besondere Bedeutung
beigemessen, da es allgemein den Anschein hat, als
wäre die Erkrankungszahl gering. Doch ca. 3,5 %
aller Milchkühe erkranken in England (L e e c h
et al. 1960) jedes Jahr daran, in Schweden und
Finnland 5,3 % (J ö n s s o n 1960, N u r m i o
1968).

Die höchsten Erkrankungsziffern liefern die Niederungs-
rassen, gefolgt von den Mittelgebirgsrassen und den
Höhenrassen. Am wenigsten erkranken die Steppenrinder
(R o s e n b e r g e r 1960).

B o d a und C o l e (1956) nennen in der Reihen-
folge der Empfänglichkeit für Milchfieber die Rassen:
Jersey, Guernsey und Holstein.

S m i t h (1957) findet eine ähnliche Abstufung.

Die Selektion auf höheren Milchfettgehalt hat vermutlich
aber auch zu einer größeren Anfälligkeit gegenüber

Mineralstoffwechselstörungen, insbesondere dem Milchfieber geführt. Diese Erkenntnis drängt sich auf, wenn man die Häufigkeit von Milchfiebererkrankungen bei verschiedenen Rassen vergleicht.

J ö n s s o n (1960) hat 196 Herden des schwedischen Rot- und Weißviehs über 5 Jahre beobachtet (1950 bis 1955) und verzeichnet bei 13100 Geburten 696 Milchfieberfälle (= 5,3 %).

H e n d e r s o n (1938) berichtet bei 339 Abkalbungen in einer Holstein - Friesian Herde von 19 Erkrankungen (= 5,6 %).

Bei Guernseys kann er eine Erkrankungshäufigkeit von 8,6 % feststellen.

M e t z g e r und M o r r i s o n (1936) verfolgen in einer Herde von Jersey- und Holsteinkühen über mehrere Jahre hinweg die Häufigkeit der Milchfiebererkrankungen. Bei 361 Jersey - Geburten treten 45 Milchfieberfälle (= 12,4 %) auf; bei 129 Geburten von Holsteinkühen erkranken dagegen nur 5 Tiere (= 3,9 %) an Milchfieber. Bei dieser Auswertung sind die Färsengeburten unberücksichtigt, da bei diesen nie Milchfieber beobachtet wird.

Bei den Jerseys , die den höchsten Milchfettgehalt aufweisen, tritt im Durchschnitt bei jeder 7. Abkalbung Milchfieber auf. Auch bei den Guernsey's ist die Erkrankungsrate recht hoch. Bei den amerikanischen Holstein, deren Milchfettleistung bei etwa 3,5 % liegt,

finden sich wesentlich weniger Erkrankungsfälle.

Die Ursache für die Disposition zur hypocalcämischen Gebärlähme bei den Rassen mit hoher Milchfettleistung braucht nach M e y e r (1966) nicht direkt mit den höheren Calciumausgaben über die Milch zusammenhängen. Sie mag durch Veränderungen im endokrinen System zustande kommen, etwa durch die bei Rassen mit hoher Milchfettleistung zu beobachtende stärkere Aktivität der Thyreoidea (L o n g und Mitarb. 1952), die zu geringerer Calciumdepotbildung im Skelett führen kann.

2. 4. 5. Auftreten von Gebärpause in Abhängigkeit von der Leistung

P a y n e (1967) glaubt, daß die Häufigkeit des Auftretens von Gebärpause mit dem Anstieg der Milchleistung in Zusammenhang steht, da von Hochleistungstieren zu Beginn der Laktation täglich etwa 20 bis 25 Gramm Calcium über die Milch ausgeschieden werden. Gegen Ende der Trächtigkeit waren es demgegenüber nur etwa 4,4 Gramm Calcium über die Placenta für das Kalb.

H a l l g r e e n (1940) stellt fest, daß die durchschnittliche Milchleistung in Gebieten mit viel MilCHFieber höher war.

J ö n s s o n (1960) erhält bei seinen Untersuchun-

gen bestätigt, daß positive Beziehungen zwischen hoher Milchproduktion und Milchfieberhäufigkeit bestehen.

Die Durchschnittsleistung nach Laktationen geordnet, war bei Paresekühen " numerisch " größer als bei normalen Kühen. Insgesamt gesehen war die Milchleistung bei Paresekühen signifikant ($p < 0,001$) höher; gleicher Ansicht ist O s i n g a (1965).

P a v u n a t t et al. (1968) berichten, daß in Kroatien und Bosnien ca. 70 % der erkrankten Kühe in ihren Leistungseigenschaften über dem Durchschnitt der Milchleistung der Herde, der Fettleistung und der Altersgrenze der Herde liegen.

M e t z g e r und M o r r i s o n (1936) finden, daß Jersey's mit Milchfieber eine durchschnittliche Jahresleistung von 357 lb. Butterfett haben; zum Vergleich gegenüber denen ohne Milchfieber 316 lb.. Bei Holstein - Friesian war die durchschnittliche Butterfettleistung der Milchfieberkühe 398 lb. gegenüber 337 lb. bei den Kühen ohne Milchfieber. Diese Ergebnisse sind aber nicht alterskorrigiert.

Auch B l o o d und H e n d e r s o n (1968) bezeichnen Gebärpause als eine Krankheit der Hochleistungstiere. C u r t i s et al. (1970) haben über einen Zeitraum von 10 Jahren die Beziehungen zwischen Milchfieber und Milchleistung in einer Herde verfolgt.

Dabei können sie allgemein feststellen, daß die meisten Tiere in der Milchleistung sehr gut sind; gleichzeitig

aber beobachten sie, daß es nicht immer die Spitzentiere sind, die zu Gebärparese neigen. Die Durchschnittsleistung der vorhergehenden Laktation liegt bei Gebärparesetieren niedriger als der Herdendurchschnitt.

Eine Ausnahme bilden nur die Holstein - Kühe. Im Untersuchungszeitraum steigt zwar infolge züchterischer Selektion die durchschnittliche Milchmenge an, aber es ist kein signifikanter Unterschied in dem Auftreten von Gebärparese zwischen 1956 und 1965 festzustellen. Beziehungen zwischen der Disposition für die hypocalcämische Gebärparese und der Selektion auf höheren Milchfettgehalt vermutet M e y e r (1966), denn mit dem Anstieg des Fettgehaltes um 1 % steigt der Ca - Gehalt pro kg Milch um 0,14 g (ca. 12 %). Der Phosphorgehalt der Milch steigt entsprechend um 80 mg Phosphor pro kg Milch.

Daß die Laktationskurve bei Milchfieberkühen flacher verläuft, d. h. die Leistung lange gehalten wird, konnte von G a r n e r (1963) festgestellt werden.

3. MATERIAL UND METHODIK

Seit November 1971 wird von den Holstein - Friesian - Kühen des Lehr- und Versuchsgutes der Tierärztlichen Fakultät der Universität München in Oberschleißheim das Blutserum regelmäßig untersucht.

Auf der 314 ha großen Betriebsfläche werden Getreide, Silomais und Klee gras angebaut, um den Futterbedarf der ca. 250 Tiere umfassenden Rinderherde zu decken. Die Milchviehherde und das Jungvieh werden ganzjährig in einem Mehrraumlaufstall mit Laufhof gehalten.

Im Jahr 1972 konnte die Kuhherde bei 92 Abschlüssen eine Leistung von

7282 kg Milch - 282 kg Fett - 3,87 % Fett
erreichen.

3. 1. Fütterung

3. 1. 1. Verwendete Futtermittel

Maissilage: Der Mais wurde zum Zeitpunkt der Teigreife
siliert.

Heu : Luzernenheu im 1. - 3. Schnitt und Wiesen-
heu vom 1. und 2. Schnitt wurden ganzjährig
verfüttert.

Kraftfutter in folgender Zusammensetzung:

37 %	Hafer
30 %	Gerste
15 %	Zuckerrübenschnitzel
10 %	Leinexpeller
5 %	Palmkernkuchen
3 %	Mineralstoffmischung
v.E. : St.E. = 1 : 6,1	

Bei einer Milchleistung über 8 kg wird pro 2 kg Milch
1 kg Kraftfutter gegeben.

Die gleiche Mineralstoffmischung, die auch im Kraft-
futter enthalten ist, steht den Tieren außerdem zur
freien Aufnahme zur Verfügung und hat folgende wert-
bestimmende Bestandteile:

Phosphor 8 %	Spurenelemente/kg
Natrium 12 %	Zink 4000 mg
Magnesium 3 %	Kupfer 1200 mg
Ca : P = 2 : 1	Eisen 600 mg
Vitamine : A 500000 i.E./kg	Mangan 2500 mg
D ₃ 80000 i.E./kg	Cobalt 20 mg
E 300 mg/kg	Jod 16 mg

3. 1. 2. Futterration

Die Futterration wird für 20 kg Milch berechnet, da
diese Menge dem durchschnittlichen Tagesgemelk im
Jahr 1972 entspricht.

Die Futtermittel wurden alle 2 Wochen mittels W e e n -
d e r - Analyse untersucht.

Die während eines Jahres gewogenen Tiere hatten ein
Durchschnittsgewicht von 617 kg.

Tabelle 7 : Nährstoffaufnahme einer Kuh bei
20 l Milch / Tag

Futtermittel	Menge (kg)	v.E. (g)	St.E.
Maissilage	25	375	3975
Heu (Luzerne u. Wiesengras)	4	456	1252
Kraftfutter	6	630	3816
Gesamt	-	1461	9043
Erhaltungsbedarf bei einem Gewicht von 617 kg		321	3268
Nährstoffaufnahme pro kg Milch		57	288

Die Tiere dieser Hochleistungsherde benötigen im Durch-
schnitt pro Liter Milch 57 g verdauliches Eiweiß und
288 Stäckerheiten.

Bei der großen Kuhzahl ist eine noch individuellere
Fütterung nicht möglich, deshalb unterliegen diese Zah-
len gewissen Schwankungen.

3. 2. U n t e r s u c h u n g s d a t e n

Von Dezember 1971 bis Dezember 1972 wurden 128 Tiere erfaßt und 1268 Serumproben verwertet. Das Blut wurde in bestimmten zeitlichen Abständen aus der Vena jugularis gewonnen. Da die tageszeitlichen Schwankungen sehr großen Einfluß auf die Serumbeschaffenheit haben (U n s e l m und R a p p e n 1968), erfolgte die Blutentnahme jeweils zwischen 6.30 h und 7.00 h.

Entnahmedaten der Serumproben :

W_T = ca. 8 Wochen a. p. (Trockenstellwert)

W_V = ca. 1 Woche a. p.

W_0 = 8 bis 24 Std. p. p. (Geburtswert)

W_1 = 1 Woche p. p.

W_2 = 2 Wochen p. p.

W_3 = 3 Wochen p. p.

W_5 = 5 Wochen p. p.

dann alle weiteren 8 Wochen

Ausgenommen von dieser Regelung ist nur die erste Blutentnahme nach der Geburt (W_0 - Wert). Diese erfolgte 8 bis 24 Std. p. p., da die niedrigsten Mineralstoffkonzentrationen im Serum in dieser Zeitspanne vorliegen (B o s t e d t 1972). Dennoch kann nicht die Gewähr dafür gegeben werden, daß alle Proben den tatsächlich

niedrigsten Wert eines Tieres p. p. darstellen. Dauerkatheter und stündliche Entnahme des Blutes p. p. sind in der Herde des Lehr- und Versuchsgutes nicht möglich. Das Blut wurde spätestens eine halbe Stunde nach der Entnahme im Lehr- und Versuchsgut bei 3000 U / min. 15 Minuten zentrifugiert; nach einer weiteren Stunde wurde erneut zentrifugiert und anschließend das Serum in Polyäthylenfläschchen abgefüllt. Diese wurden dann tiefgefroren. Die photometrische Untersuchung des Calciums wurde mit dem A u t o A n a l y z e r II nach der von der Firma T e c h n i c o n angegebenen Methode von G i t e l m a n n (1967) durchgeführt. Unter Zusatz von 8-Hydroxychinolin mit Cresolphthalein-Complexon bildet Calcium eine farbige Komplexonverbindung die bei 570 nm gemessen wird.

Die photometrische Bestimmung des anorganischen Phosphates mit dem A u t o A n a l y z e r II erfolgte mit der von K r a m l (1966) und H u r s t (1967) beschriebenen Methode. Phosphormolybdänsäure wird dabei gebildet und dann mit Zinnchlorid-Hydrazin reduziert. Die Messung erfolgt bei 660 nm.

Im Verlauf der Arbeit werden folgende Symbole verwendet:

$\bar{x}$ = Durchschnitt der Beobachtungswerte

s = Standardabweichung

n = Anzahl der Beobachtungswerte

FG = Freiheitsgrade

mg% = mg / 100 ml

W_T = ca. 8 Wochen a. p. (Trockenstellwert)

W_V = 1 Woche a. p.

W_0 = 8 bis 24 Std. p. p. (Geburtswert)

W_1 = 1 Woche p. p.

W_2 = 2 Wochen p. p.

W_3 = 3 Wochen p. p.

W_5 = 5 Wochen p. p.

$A = \frac{W_V - W_0}{W_V} \cdot 100$ = Abfall der Serumkonzentration von W_V zu W_0 in %.

$B = \frac{W_T - W_0}{W_T} \cdot 100$ = Abfall der Serumkonzentration von W_T zu W_0 in %.

Die statistische Auswertung erfolgt nach den von
Erna W e b e r , mathematische Grundlagen der Genetik,
VEB, Gustav Fischer Verlag, Jena 1967,
beschriebenen Methoden.

4. E R G E B N I S S E

Die große Bedeutung der Stoffwechselkrankheit

" Festliegen nach der Geburt " in der Herde des Lehr- und Versuchsgutes geht aus Tabelle 8 hervor.

Tabelle 8 : Auftreten von Festliegen p. p. in der
Zeit vom 1. 10. 68 - 30. 9. 72
(K a t t w i n k e l, 1973)

Lakt.Nr.	GP-Fälle	% Erkrank.	Geburten
1	-	-	157
2	4	3,51	114
3	5	5,75	87
4	5	11,90	42
5	10	32,26	31
6	6	26,09	23
7	9	52,94	17
8	4	50,00	8
9	2	100,00	2
	45	Ø 9,35 %	481

In einem Zeitraum von 3 Jahren erkrankten 45 Tiere an Gebärpaprese; dies entspricht 9,35 % aller Käl- bungen.

Eine Zusammenstellung der Gebärparesesfälle von
Dezember 71 bis Dezember 72 gibt Tabelle 9 wieder:

Tabelle 9

Monate	G.P.- Fälle	Normalgeb.	Insgesamt
Dez. 71	2	8	10
Jan. 72	1	7	8
Febr.	-	6	6
März	1	13	14
April	-	9	9
Mai	1	4	5
Juni	1	12	13
Juli	4	14	18
August	1	7	8
Sept.	2	9	11
Okt.	2	10	12
Nov.	2	7	9
Dez.	3	10	13
Summe	20	116	136

Bei 136 Geburten traten 20 Fälle von Gebärparesis auf,
dies entspricht einer Erkrankungshäufigkeit von 14,7 %.

Ein vermehrtes Auftreten von Krankheitsfällen in einer bestimmten Jahreszeit ist statistisch nicht zu sichern.

Verteilung der Gebärparesefälle nach Laktationsnummern

Laktationsnummer	3	4	5	6	7	8	9
G.P. - Fälle	2	3	5	4	5	-	1

Die Aufteilung nach Laktationen zeigt, daß kein Tier der 1. und 2. Laktation erkrankte.

Das Durchschnittsalter der festliegenden Tiere liegt bei 5,4 Laktationsnummern.

4. 2. Einfluß der Jahreszeit auf die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor

Die während eines Jahres gemachten Untersuchungen zeigen, daß die Absolutwerte von Calcium und Phosphor, sowie das Ca : P Verhältnis großen Schwankungen unterliegen, wie dies auch von anderen Autoren festgestellt wird.

Die Verlaufskurve von Calcium zeigt im März ein erstes Maximum mit 9,58 mg%. In den Sommermonaten und im Spätherbst sind die Calciumwerte unter dem Jahresdurchschnitt von $\bar{x} = 9,27 \text{ mg\%}$.

Der Phosphorgehalt im Serum aller Tiere ist im Verlaufe eines Jahres ebenfalls sehr unterschiedlich. Während er im März wie Calcium ein Maximum aufweist, wird das zweite Maximum bereits im Juni erreicht. Ab Juli liegen die Phosphorwerte immer unter dem Mittelwert von $\bar{x} = 6,02 \text{ mg\%}$.

Entsprechend den Calcium- und Phosphorwerten ergibt sich im Juni ein enges Ca : P Verhältnis (Ca : P = 1 : 1,4); im Januar und August ist es am weitesten (Ca : P = 1 : 1,7). Der Einfluß der Monate auf die Calcium-, Phosphor- und Ca : P- Werte ist signifikant.

Tabelle 11:

Ca-, P-, Ca : P- Mittelwerte aller Tiere während eines Jahres

		Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	total
Ca	$\bar{x}$	9,62	9,56	9,35	9,99	9,43	9,29	9,06	9,18	9,38	9,58	9,14	9,04	9,03	9,27
	n	12	24	10	54	58	65	134	83	148	54	91	75	72	834
P	$\bar{x}$	6,09	5,79	6,03	6,64	6,01	5,97	6,51	6,30	5,64	5,93	5,93	5,80	5,61	6,02
	n	12	24	10	54	58	65	134	83	148	54	91	75	72	834
Ca:P	$\bar{x}$	1,60	1,70	1,57	1,53	1,60	1,57	1,41	1,49	1,69	1,63	1,56	1,60	1,65	1,56
	n	12	24	10	54	58	65	134	83	148	54	91	75	72	834

Abbildung 1 :

Jahreszeitlicher Verlauf der Calcium- und Phosphorwerte

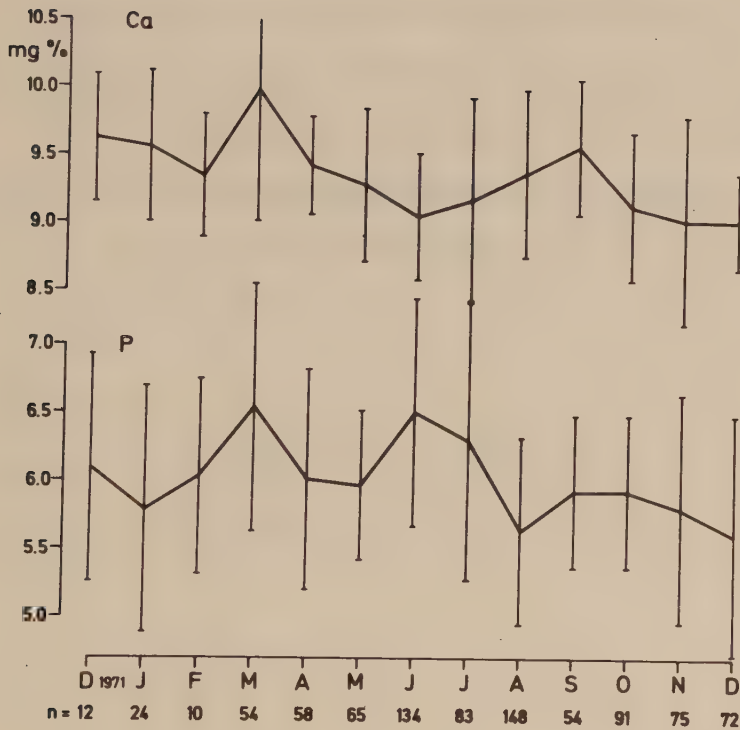


Tabelle 12 : Varianzanalyse bezüglich der Einfluß-
größe Jahreszeit

	FG	F	
Ca - Mittelwerte	10;866	16,91	$p < 0,01$
P - Mittelwerte	10;517	9,89	$p < 0,01$
Ca : P - Mittelwerte	10;866	11,16	$p < 0,01$

Die Berechnungen wurden ohne W_0 - und W_1 - Werte durchgeführt um den Einfluß der Geburt auszuschalten.

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, verteilen sich die Geburten über das gesamte Jahr hinweg ziemlich gleichmäßig, so daß der Einfluß der unterschiedlichen Laktationsstadien unberücksichtigt bleiben konnte.

4. 3. Einfluß der Laktations-
nummer auf die Blutserum-
werte von Calcium und Phos-
phor

Um den Einfluß des Alters auf die Serumwerte zu untersuchen, wurden alle Tiere der Herde nach Laktationsnummern aufgeteilt. Dabei wurden die Tiere der 4. und 5. Laktation und die der 6. und höheren Laktationen jeweils in einer Gruppe zusammengefaßt, um eine gleichmäßigere Aufteilung der Tierzahl zu erreichen.

Tabelle 13 : Varianzanalyse bezüglich der Einfluß-
größe Laktationsnummer

		FG	F	
Ca -	Mittelwerte	5;933	1,06	nicht signifikant
P -	Mittelwerte	5;933	18,86	$p < 0,01$
Ca:P -	Mittelwerte	5;933	15,55	$p < 0,01$

Tabelle 14 :

Ca-, P- und Ca : P - Werte aller Tiere nach Laktationsnummern

W_0 - und W_1 - Werte sind nicht enthalten

Laktation	Total	0*	1	2	3	4+5	6 u. höhere
$\bar{x}$	9,26	9,30	9,30	9,31	9,23	9,24	9,16
Ca s	0,650	0,704	0,574	0,613	0,615	0,634	0,858
n	939	80	235	192	184	132	116
$\bar{x}$	6,01	6,36	6,25	6,16	5,89	5,68	5,56
P s	0,899	0,580	0,704	0,962	0,872	0,989	0,951
n	939	80	235	192	184	132	116
$\bar{x}$	1,58	1,47	1,51	1,54	1,60	1,68	1,69
Ca:P s	0,271	0,149	0,189	0,241	0,275	0,352	0,326
n	939	80	235	192	184	132	116

* 0 = W_T und W_V - Werte von Kalbinnen

Die Durchschnittswerte der verschiedenen Altersstufen weichen bei Calcium nur geringgradig vom Gesamtmittelwert ab, welcher bei 9,26 mg% liegt.

Im Gegensatz zu den Calciumwerten unterscheiden sich die Phosphorwerte der verschiedenen Laktationsnummern signifikant.

Mit zunehmendem Alter konnte ein Abfall im Phosphorgehalt festgestellt werden. Das Maximum liegt bei 6,36 mg% bei Kalbinnen und fällt auf 5,56 mg% bei Tieren mit 6 und mehr Laktationen ab.

Das Ca : P Verhältnis zeigt ebenfalls hochsignifikante Unterschiede bei Tieren verschiedener Altersstufen.

Es wird mit zunehmendem Alter weiter (bei Rindern

Ca : P = 1 : 1,47; 6. und höhere Laktationen

Ca : P = 1 : 1,69).

4. 4. Einfluß der Laktation und der Gravidität auf die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor

Die Milch hat einen relativ hohen Gehalt an Calcium und Phosphor (Ca = 120 mg%; P = 90 mg%, Stöber, 1970). Die Milchleistung könnte also einen Einfluß auf die Serumkonzentrationen der beiden Mineralstoffe ausüben. Die Laktationsperiode wird in 4 Abschnitte unterteilt, um die Abnahme der Milchmenge mit fortschreitender Laktationsdauer berücksichtigen zu können.

Laktationsstadium	1 = Kalbung - 9 Tage p. p.
"	2 = 10 - 40 Tage p. p.
"	3 = 41 - 240 Tage p. p.
"	4 = 50 - 120 Tage vor erneuter Kalbung

Tabelle 15 : Ca-, P-, Ca:P- Werte aller Tiere in Ab-
hängigkeit vom Laktationsstadium

Lakt.Stadium		Total	1	2	3	4
Ca	$\bar{x}$	8,97	8,23	9,14	9,28	9,40
	s	0,986	1,299	0,669	0,600	0,687
	n	959	261	320	240	138
P	$\bar{x}$	5,77	5,37	5,88	5,81	6,19
	s	1,052	1,294	0,966	0,830	0,820
	n	959	261	320	240	138
Ca:P	$\bar{x}$	1,60	1,61	1,60	1,63	1,55
	s	0,315	0,399	0,301	0,242	0,273
	n	959	261	320	240	138

n = Anzahl der Untersuchungen

Es zeigt sich für Calcium ein deutlicher Anstieg der Serumwerte vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Trockenstellen der Tiere. Bei Phosphor ist eine ähnliche Tendenz zu beobachten.

Im Laktationsstadium 4, welches den Zeitraum 50 - 120 Tage vor der erneuten Geburt erfaßt, sind die Tiere bereits mehr als 5 Monate trächtig. Ein nachhaltiger Einfluß des Wachstums der Frucht auf die Serumkonzentrationen beider Elemente kann nicht festgestellt werden.

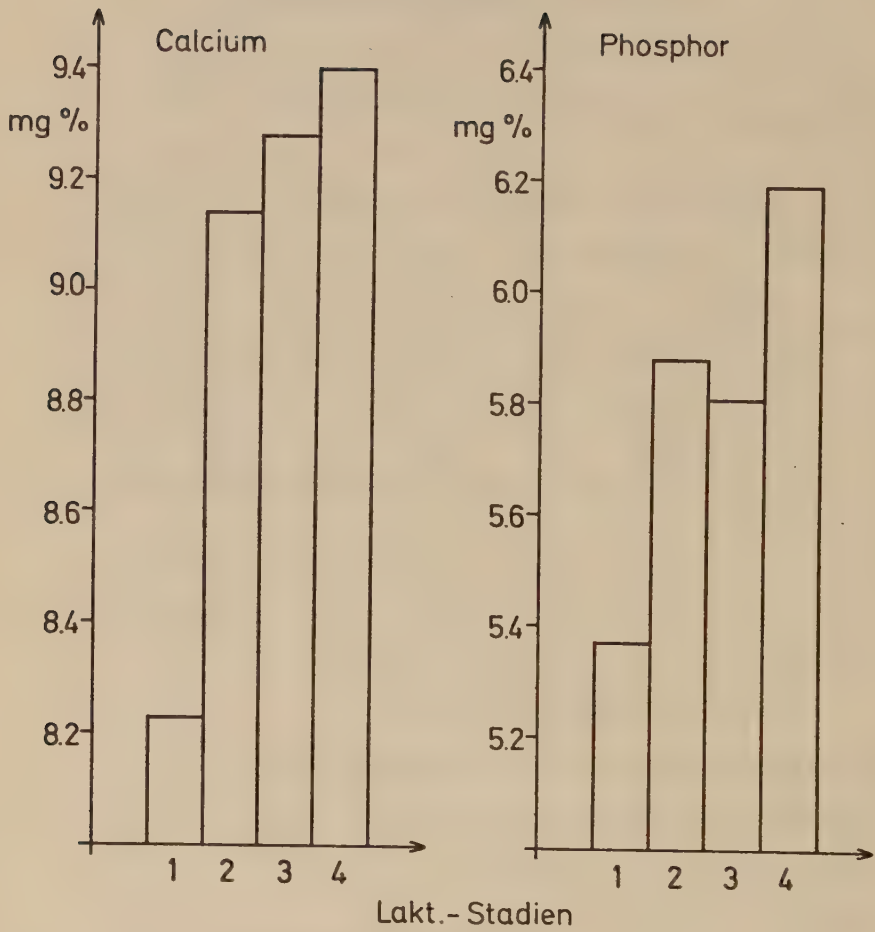


Abbildung 2 :

Ca- und P- Werte in Abhängigkeit vom Laktationsstadium

Die varianzanalytische Berechnung ergibt einen signifikanten Einfluß der Laktationsstadien auf den Calcium- und Phosphorgehalt des Serums. Für das Ca : P - Verhältnis kann dies nicht festgestellt werden.

Tabelle 16 : Varianzanalyse bezüglich der Einflußgröße Laktationsstadium

Ca	3;955	86,93	$p < 0,01$
P	3;955	22,75	$p < 0,01$
Ca:P	3;955	2,03	nicht signifikant

4. 5. Einfluß der Geburt auf die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor

Der Zeitpunkt um die Geburt war bei den Untersuchungen von besonderem Interesse, da in dieser Phase die Calcium- und Phosphorkonzentrationen im Serum großen Schwankungen unterliegen.

Tabelle 17 zeigt, daß sich kranke und gesunde Tiere in ihren W_T - und W_V - Werten nicht unterscheiden.

Der W_0 - Wert liegt jedoch bei allen deutlich tiefer; bei kranken allerdings sehr viel mehr. Statistisch ist beim Vergleich der W_0 - Werte von kranken und gesunden Tieren ein hochsignifikanter Unterschied feststellbar.

Der Abfall des Calciumspiegels ist bei kranken sehr viel stärker ausgeprägt(ca. 30 %) als bei gesunden (ca. 15 %). Die W_1 und W_2 Werte sind gegenüber W_0 schon deutlich erhöht und zeigen, daß die Tiere relativ schnell wieder das Ausgangsniveau erreichen.

Für Phosphor ergibt sich ein ähnliches Bild; allerdings unterscheiden sich kranke und gesunde Kühe bereits in ihren W_V - Werten sehr deutlich.

Tabelle 17 :

Calcium- und Phosphorwerte von gesunden, kranken, sowie allen Tieren
im Zeitraum $W_T - W_2$ und Konzentrationsabfall A und B in %

		W_T	W_V	W_O	W_1	W_2	A (%)	B (%)
Ca	krank	$\bar{x}$	9,57	9,25	6,30	8,55	8,87	29,28
	gesund	$\bar{x}$	9,49	9,25	7,81	8,97	9,18	18,41
	total	$\bar{x}$	9,50	9,25	7,59	8,92	9,13	19,87
P	krank	$\bar{x}$	6,38	5,79	3,65	5,57	5,37	33,11
	gesund	$\bar{x}$	6,29	6,30	5,28	5,72	5,61	17,13
	total	$\bar{x}$	6,30	6,23	5,05	5,70	5,77	19,52
	krank	n	15	19	18	17	16	13
	gesund	n	85	112	108	104	87	84
	total	n	100	131	126	121	103	97

4. 6. Einfluß der Laktations- nummer auf die Blutserum- werte von Calcium und Phos- phor während der Geburt

In Tabelle 19 erfolgt die Aufteilung der Calciumwerte nach Laktationsnummern. Daraus ersieht man, daß die Tiere aller Laktationsnummern in den W_T - und W_V - Werten noch eng zusammen liegen und sich erst in ihren W_O - Werten deutlich unterscheiden. Mit zunehmendem Alter erniedrigt sich die Konzentration von Calcium im Serum um die Geburt (siehe Abbildung 3).

Die statistische Auswertung ergibt, daß die W_T - und W_V - Werte nicht durch die Laktationsnummer beeinflusst werden. Der Geburtswert W_O hingegen ist von der Laktationsnummer abhängig. Auch A und B werden von der Laktationsnummer signifikant beeinflusst. Der Abfall in % nimmt mit dem Alter zu.

Tabelle 18 : Varianzanalyse von Calcium bezüglich der
Einflußgröße Laktationsnummer

	FG	F	
W_T	4;95	1,74	nicht signifikant
W_V	4;126	1,03	nicht signifikant
W_O	4;121	18,72	$p < 0,01$
W_1	4;116	3,39	$p < 0,05$
W_2	4;98	1,92	nicht signifikant
A	4;120	16,26	$p < 0,01$
B	4;92	9,58	$p < 0,01$

Tabelle 20 :

Phosphor: $W_T - W_2$, sowie A- und B- Werte aller Tiere nach Laktationsnummern

Lakt. Nr.		Total	1	2	3	4 + 5	6 u. höher
W_T	$\bar{x}$	6,30	6,37	6,46	6,25	5,95	6,35
	s	0,79	0,50	0,79	0,51	1,11	1,07
	n	100	27	24	21	15	13
W_V	$\bar{x}$	6,23	6,35	6,37	6,41	6,07	5,69
	s	0,78	0,54	0,60	0,74	1,04	0,95
	n	131	41	25	25	23	17
W_O	$\bar{x}$	5,05	5,96	5,43	4,54	4,01	4,18
	s	1,50	1,06	0,79	1,22	2,12	1,21
	n	126	41	25	24	21	15
W_1	$\bar{x}$	5,70	6,07	5,69	5,50	5,26	5,73
	s	0,86	0,83	0,62	0,86	0,93	0,83
	n	121	37	24	24	21	15
W_2	$\bar{x}$	5,77	6,15	5,71	5,77	5,20	5,49
	s	0,91	0,49	0,90	0,97	1,21	1,01
	n	103	35	24	15	15	14
A (%)	$\bar{x}$	19,23	5,82	14,18	28,94	34,75	27,06
	s	21,75	17,02	13,47	18,67	25,49	19,67
	n	126	41	25	24	21	15
B (%)	$\bar{x}$	19,52	8,14	16,28	26,01	27,05	32,51
	s	20,01	13,40	12,67	20,51	30,36	15,45
	n	97	27	24	21	14	11

Der Phosphor verhält sich in allen W_n - Werten analog dem Calcium. Auch wird mit zunehmendem Alter die prozentuale Abnahme der Serumkonzentrationen (A, B) größer (siehe Tabelle 20).

Ein signifikanter Einfluß der Laktationsnummer ist im Gegensatz zu Calcium auch bei den W_V - und W_2 - Werten zu verzeichnen.

Tabelle 21 : Varianzanalyse von Phosphor bezüglich der Einflußgröße Laktationsnummer

	FG	F	
W_T	4;95	1,15	nicht signifikant
W_V	4;126	3,27	$p < 0,05$
W_0	4;121	11,48	$p < 0,01$
W_1	4;116	3,78	$p < 0,05$
W_2	4;98	3,73	$p < 0,01$
A	4;121	11,44	$p < 0,01$
B	4;92	5,38	$p < 0,01$

Bei den Untersuchungen stellt sich die Frage, ob zwischen kranken und gesunden Tieren ein Unterschied im Calcium- und Phosphorgehalt des Serums um die Geburt besteht.

Die Trennung krank / gesund wird erst ab der 4. Laktation vorgenommen, da in der 3. Laktation nur 2 Tiere erkrankt sind.

Kranke und gesunde Tiere unterscheiden sich in den W_T - und W_V - Werten von Calcium und Phosphor nicht wesentlich. Dagegen liegen die W_0 - Werte der kranken Tiere sowohl beim Calcium als auch beim Phosphor deutlich tiefer als die der gesunden (siehe Tabelle 22 und Abbildung 4).

Der Wilcoxon - Test ergibt allerdings nur für den W_0 - Wert von Calcium in der 6. und höheren Laktation einen signifikanten Unterschied.

Die W_1 - und W_2 - Werte haben bei den kranken Tieren nur geringe Aussagekraft, da durch Calcium- und Phosphorinfusionen die Serumkonzentrationen angehoben werden.

Bei gesunden Tieren liegt der W_0 - Wert von Calcium in der 1. Laktation um 7,89 % tiefer als der Wert eine Woche vor der Geburt (siehe Tabelle 23). Bei der 3. Laktation beträgt der Abfall 22,58 % und bleibt in den dann folgenden Laktationen konstant.

Kranke Tiere der 4. und 5., sowie 6. und höheren Laktationen zeigen dagegen zur Geburt hin eine Konzentrationserniedrigung von 30 - 35 %.

Die Geburtswerte von Phosphor sind bei gesunden und kranken Tieren unterschiedlich. Sie liegen zwischen 15,82 % und 35,61 % unter den Ausgangswerten.

Tabelle 22 :

Vergleich der Ca- und P- Mittelwerte von gesunden und kranken Kühen

Laktationsnummer		$\bar{w}_T$	w_T	w_0	w_1	w_2
Ca	$\bar{x}$	9,48	9,10	7,04	8,55	8,73
	n	10	15	14	14	9
	gesund					
	$\bar{x}$	9,64	9,30	6,36	8,14	9,08
6. u. höhere	n	5	8	7	7	6
	krank					
	$\bar{x}$	9,64	9,68	6,68	8,85	9,65
	n	4	8	7	7	5
4. + 5.	$\bar{x}$	9,56	9,22	5,86	8,70	8,67
	n	9	9	8	8	9
	gesund					
	$\bar{x}$	5,77	6,12	4,24	5,13	5,04
P	n	10	15	14	14	9
	krank					
	$\bar{x}$	6,29	5,97	3,52	5,50	5,43
	n	5	8	7	7	6
6. u. höhere	$\bar{x}$	6,01	5,79	4,78	5,68	5,82
	n	4	8	7	7	5
	gesund					
	$\bar{x}$	6,49	5,61	3,65	5,69	5,29
6. u. höhere	n	9	9	8	8	9
	krank					

Tabelle 23 :

Abnahme (A) in % der Serumkonzentrationen von Ca und P bei der Geburt

Laktationsnummer		1	2	3	4 + 5	6 u. höher	
Ca	gesund	A (%)	7,89	15,66	22,14	22,24	24,73
		n	40	25	22	14	7
	krank	A (%)	-	-	27,40	30,93	35,55
		n	-	-	2	7	8
P	gesund	A (%)	5,82	14,18	27,50	34,45	17,28
		n	40	25	22	14	7
	krank	A (%)	-	-	44,90	35,34	35,61
		n	-	-	2	7	8

Abbildung 3 :

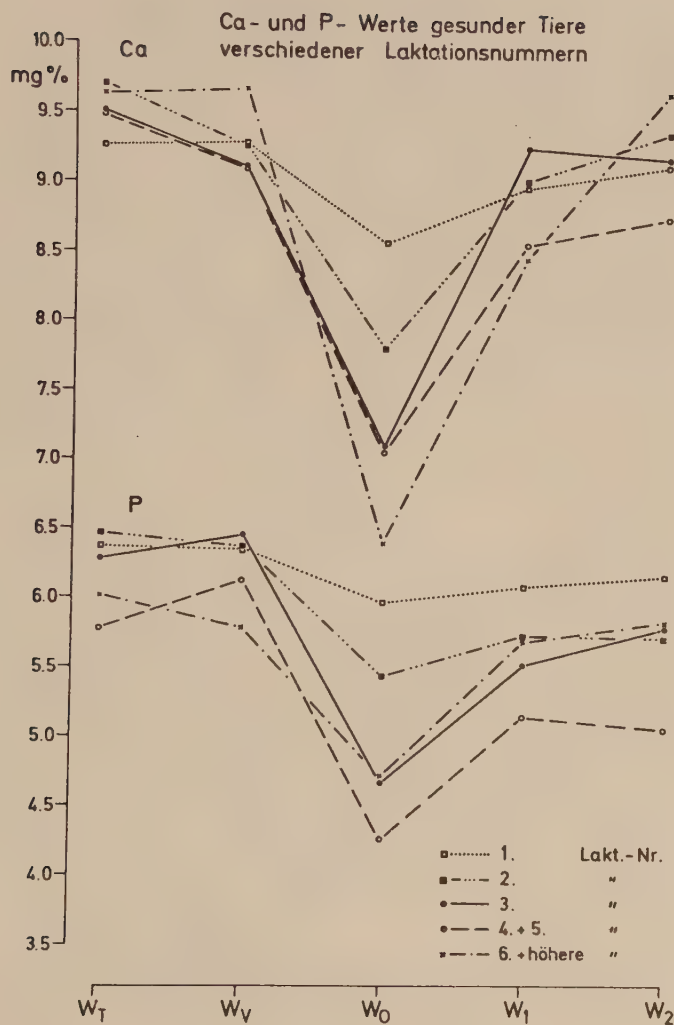
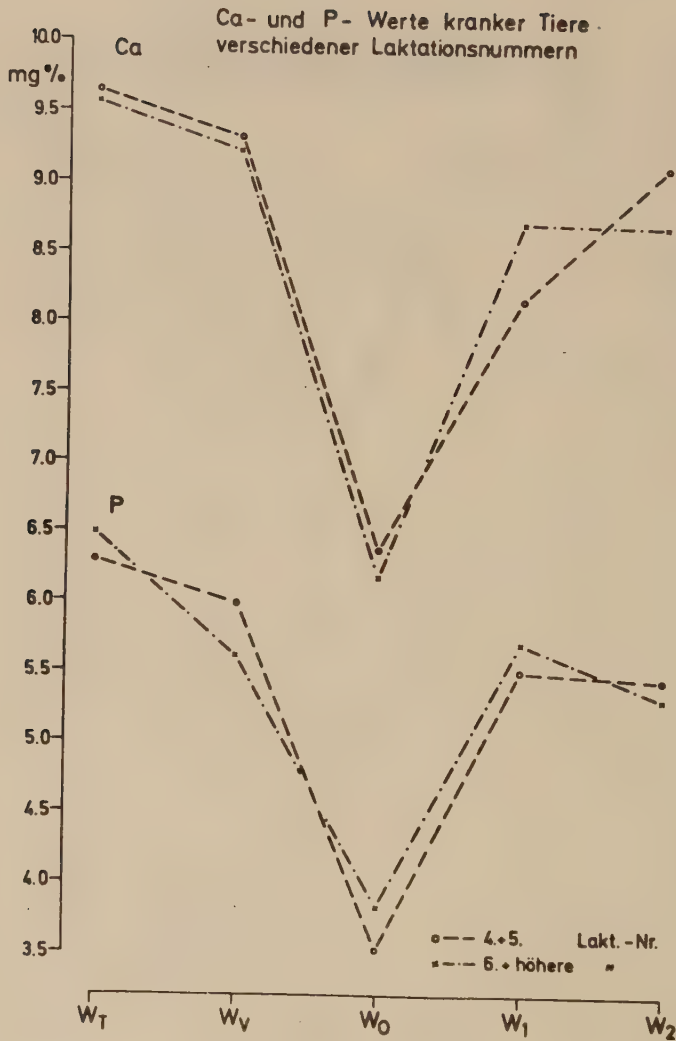


Abbildung 4 :



4. 7. Einfluß der Leistung auf die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor

Wie aus dem Literaturteil hervorgeht, besteht nach Ansicht vieler Autoren ein Zusammenhang zwischen hoher Milchleistung und dem Auftreten von Gebärpause.

Zunächst wird untersucht, ob bei gesunden Tieren Beziehungen zwischen der Leistung und den Calcium- und Phosphorwerten bestehen. Dazu werden Intraclasskorrelationen berechnet, wobei die Laktationsnummern die einzelnen Klassen bilden:

$$1. \bar{x} = f(L)$$

$$2. w_{n, \text{gesund}}; A; B = f(L)$$

wobei $\bar{x}$ = Mittelwert aller Serumwerte vom 10. Tag p.p. bis 50. Tag vor nächster Kalbung.

- L = a) Leistung der vorhergehenden 305 - Tage - Laktation (Ausnahme: Tiere in der 1. Laktation).
b) 100 Tage - Leistung der neuen Laktation.

Als Parameter der Leistung werden verwendet:

Milch kg

F C M kg

Fett kg

Fett %

Die mathematische Auswertung ergibt, daß die Calcium-

und Phosphorwerte der gesunden Kühe nicht signifikant von den oben genannten Leistungsparametern beeinflusst werden.

Vergleicht man die alterskorrigierten FCM - Werte der vorhergehenden 305 - Tage Laktation von kranken und gesunden Kühen, so zeigt sich mittels t - Test, daß kein signifikanter Leistungsunterschied besteht.

$$\text{F C M krank : } \bar{x} = 7594,15$$

$$s = 720,552$$

$$n = 20$$

$$\text{F C M gesund: } \bar{x} = 8029,26$$

$$s = 954,338$$

$$n = 66$$

$$t = 1,882 \quad \text{FG} = 84 \quad \text{nicht signifikant}$$

4. 8. Einfluß der Bullen auf die Blutserumwerte von Calcium und Phosphor während der Geburt

Es wird untersucht, ob der Vater der Kuh einen Einfluß auf deren W_0 -, A- und B - Wert hat. Es werden die Nachkommengruppen verschiedener Bullen, aber gleichen Alters und annähernd gleichen Abkalbedatums, verglichen. Dies ist in der Schleißheimer Herde nur bei Tieren der 3. Laktation möglich.

Die Prinz - Töchter schneiden bei dem Vergleich der 3 Bullen am besten ab. Sie haben den höchsten W_0 - Wert und der Abfall der beiden Mineralstoffe zur Geburt hin beträgt ca. 20 % (siehe Tabelle 24).

Nachkommen des Bullen Primo liegen in der Mitte, während Sax - Töchter die niedrigste Serumkonzentration von Calcium und Phosphor besitzen und auch eine Konzentrationserniedrigung von ca. 30 % aufweisen.

Mit dem W i l c o x o n - Test kann festgestellt werden, daß die numerisch groß erscheinenden Unterschiede zwischen den Bullen statistisch nicht zu sichern sind.

Tabelle 24 :

W_0 -, A- und B- Werte der Nachkommen verschiedener Väter

Vater	Ca			P		
	W_0 (mg%)	A (%)	B (%)	W_0 (mg%)	A (%)	B (%)
Prinz	$\bar{x}$	7,35	18,20	21,80	5,09	21,80
	s	0,990	11,66	11,78	1,381	21,44
	n	5	5	5	5	5
Primo	$\bar{x}$	7,12	22,63	25,90	4,55	29,90
	s	1,151	13,63	11,53	1,39	18,86
	n	11	11	10	11	10
Sax	$\bar{x}$	6,88	24,00	30,40	4,495	34,83
	s	0,97	11,35	9,00	0,751	5,83
	n	6	6	5	6	5

5. D I S K U S S I O N

Im Untersuchungszeitraum sind 20 Fälle von Gebärpause aufgetreten; dies entspricht 14,7 % aller Geburten und stellt die obere Grenze der in der Literatur beschriebenen Werte dar (M e t z g e r und M o r r i s o n, 1936).

Die wirtschaftliche Bedeutung des Festliegens der Rinder kann für die Schleißheimer Herde nicht in Frage gestellt werden. Auf Grund der relativ kurzen Beobachtungszeit kann keine allgemein gültige Aussage gemacht werden.

Die beiden Parameter Calcium und Phosphor findet man nicht über das gesamte Jahr hinweg in gleichen Konzentrationen vor. Es ist ein signifikanter Einfluß der Monate auf die Serumkonzentrationen der beiden Mineralstoffe berechnet worden. Während in den Wintermonaten die Konzentrationen von Calcium und Phosphor sich um die Gesamtmittelwerte von 9,27 mg% bzw. 6,02 mg% bewegen, zeigen die übrigen Monate ein uneinheitliches Bild. Die rasche Aufeinanderfolge von Maxima und Minima läßt keine klare Aussage zu. Ausgewogene Fütterung, konstante Umwelt und Haltung der Herde haben ein jahreszeitlich einheitliches Bild erwarten lassen, da eben diese Faktoren in der Literatur (H a m b r o c k 1931, B u t e n d i e c k 1965, U n s e l m und F l o c k 1967) oft als Ursache der jahreszeitlichen Schwankungen genannt werden.

Die negative Mineralstoffbilanz der Tiere um die Geburt spiegelt sich in den signifikant erniedrigten Serumkonzentrationen von Calcium und Phosphor im Laktationsstadium 1 wieder. Die in Laktationsstadium 2 wieder erhöhten Calcium- und Phosphorwerte bleiben über die volle Laktationsdauer auf diesem Niveau. Sie werden von der Gravidität nicht negativ beeinflusst und erreichen 50 - 120 Tage vor der folgenden Kalbung sogar die Maximalwerte. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von S c h r ö t e r und S e i d e l (1966) überein, doch sind A m r o u s i und H o f m a n n (1970) anderer Ansicht.

Eine Altersabhängigkeit der Calciumkonzentration kann bei den 128 Holstein - Friesian - Kühen der Schleißheimer Herde nicht beobachtet werden. Die Calciumwerte werden von der Laktationsnummer nicht signifikant beeinflusst. Die Meinung von H o f m a n n und A m r o u s i (1970) sowie G ü r t l e r (1964) kann bestätigt werden, welche eine Altersabhängigkeit bei Calcium in Frage stellen. Die Tiere aller Altersstufen sind trotz nachlassender Resorptionsfähigkeit (W a r d et al. 1952) in der Lage, außer in der Geburts- und Puerperalphase, einen gleichbleibenden Calciumspiegel zu halten.

Bei Phosphor hingegen wurde ein Alterseinfluß festgestellt; die Werte nehmen kontinuierlich ab, wie dies auch von U n s e l m und F l o c k (1967) und P a y n e und L e e c h (1964) beschrieben wird.

Der Unterschied klinisch gesunder zu festliegenden Kühen wird zum Zeitpunkt der Kalbung besonders deutlich. Der Geburtswert von allen gesunden Tieren liegt bei Calcium und Phosphor nur um durchschnittlich 15 % unter dem Ausgangswert; festliegende Tiere fallen zur Geburt hin um 30 % ab.

Die Aufteilung nach Laktationsnummern und Mineralstoffen erlaubt eine genauere Betrachtung:

Calcium

Gesunde Tiere haben mit zunehmendem Alter einen niedrigeren Geburtswert, welcher sich zwischen 8,56 mg% und 6,68 mg% bewegt. Während P u f e et al. (1970) und S t ö c k l et al. (1965) keine Konzentrationsänderung von Calcium a. p. und p. p. feststellen können, zeigen diese Untersuchungen eine Konzentrationserniedrigung, wie dies auch von B o s t e d t (1972) und M o o d i e et al. (1955) beschrieben wird.

Der Abfall um die Geburt steigt von 7,89 % in der 1. Laktation auf 22,14 % in der 3. Laktation und bleibt dann konstant.

Kranke Tiere der 4. und 5. Laktation liegen mit 6,36 mg% ebenso wie Tiere der 6. und höheren Laktation mit 5,86 mg% unter dem von S t ö b e r (1970) und K o l b (1967) angegebenen physiologischen Grenzwert (7 mg%).

Während bei gesunden Tieren ab der 3. Laktation ein gleichbleibender Abfall von 22 % festzustellen ist, scheinen kranke Tiere nicht dazu in der Lage zu sein, dieses Niveau zu

halten. In der 4. und 5. Laktation beträgt der Abfall festliegender Tiere zur Geburt hin bereits 30 % und in der 6. und höheren Laktation sind es 35 %.

Phosphor

Der Alterseinfluß auf die Geburtswerte gesunder Tiere ist ebenfalls zu erkennen. Die Tiere mit mehr als 4 Laktationen liegen bereits im gebärparesegefährdeten Bereich von 3 - 5 mg% (S t ö b e r 1970). Auffallend ist jedoch, daß auch die Mittelwerte der kranken Tiere diesen Phosphorspiegel erreichen. Der Geburtswert kranker Tiere liegt um 40 % unter dem Ausgangswert.

Die Ergebnisse lassen die Tendenz erkennen, daß sich gesunde Tiere durch einen geringeren Abfall zur Geburt hin auszeichnen. Die Absolutwerte von Calcium und Phosphor unterliegen großen individuellen Schwankungen. Es gibt Tiere, die trotz extremer Calcium- und Phosphorwerte um die Geburt und hoher Milchleistung die Phase der puerperalen Hypocalcämie und Hypophosphorämie klinisch schadlos überstehen.

Es läßt sich an Hand der Untersuchungen keine Beziehung zwischen Leistung der Tiere und den Blutwerten statistisch sichern. Die Vermutung, daß Tiere mit hoher Milchleistung im Durchschnitt niedrigere oder höhere Serumwerte aufweisen läßt sich nicht aufrecht erhalten.

Auch kann die größere Anfälligkeit von Tieren mit höherer Milchleistung an Gebärparese zu erkranken nicht bestätigt werden. Der FCM - Wert der vorhergehenden Laktation liegt

mit 8029 kg bei gesunden Tieren sogar über dem Wert der kranken (7594 kg). Statistisch ist diese Differenz allerdings nicht zu sichern. Diese Angaben stimmen mit den Ergebnissen von C u r t i s et al. (1970) überein.

Die tierzüchterisch interessante Untersuchung der Nachkommengruppen zeigt um die Geburt unterschiedliche Calcium- und Phosphorwerte und unterschiedliche Konzentrationsänderungen, welche allerdings wegen geringer Tierzahl und großer Standardabweichung statistisch nicht gesichert sind.

Wenn sich diese Tendenz mit größeren Tierzahlen bestätigen sollte, erhält der Tierzüchter die Möglichkeit, den Erblichkeitsgrad der Abnahme der Serumkonzentration zu berechnen und zu entscheiden, ob es sich lohnt, gegen diese Stoffwechselkrankheit zu selektieren.

6. Z U S A M M E N F A S S U N G

6. 1. Das Blutserum von 128 Kühen des Lehr- und Versuchsgutes Oberschleißheim wurde während des Jahres 1972 auf den Gehalt an Calcium und anorganischem Phosphat untersucht.

In diesem Zeitraum erkrankten 20 Tiere an " Festliegen p.p.". Ein saisonales Auftreten war dabei nicht festzustellen. Es wurden von jedem Tier während des ganzen Jahres im Abstand von 8 Wochen Blutproben entnommen. Vor und nach der Kalbung erfolgte die Blutentnahme in kürzeren Intervallen.

6. 2. Verhalten des Calcium- und Phosphorspiegels während des Jahres :

6. 2. 1. Die Calcium- und Phosphorwerte wurden durch die Monate signifikant beeinflusst. Die Ursachen der großen monatlichen Serumschwankungen konnten allerdings nicht begründet werden.

6. 2. 2. Ebenso erwiesen sich die beiden Mineralstoffe vom Laktationsstadium signifikant abhängig.

6. 2. 3. Das Alter der Tiere hatte nur auf den Phosphorgehalt im Serum einen signifikanten Einfluß. Mit zunehmender Laktationsnummer erniedrigte sich die Phosphorkonzentration, während sie bei Calcium konstant blieb.

6. 3. Verhalten des Calcium- und Phosphorspiegels
um die Geburt.

6. 3. 1. Es konnte ein unterschiedliches Verhalten des Calcium- und Phosphorspiegels von festliegenden und gesunden Tieren zum Zeitpunkt der Geburt festgestellt werden. Bei gesunden Tieren war die Konzentrationsänderung zur Geburt hin wesentlich kleiner als bei kranken.

6. 3. 2. Die Geburtswerte von Calcium und Phosphor lagen bei kranken Tieren signifikant tiefer als bei gesunden.

6. 3. 3. Der Abfall der Calciumkonzentration um die Geburt stieg mit zunehmendem Alter. Während er aber bei gesunden Tieren ab der 3. Laktation konstant blieb, nahm er bei kranken Tieren mit jeder weiteren Laktation zu. Der Abfall der Phosphorkonzentration um die Geburt wurde bis zur 3. Laktation ebenfalls immer größer. In höheren Laktationen ließ sich keine Altersabhängigkeit mehr erkennen.

6. 4. Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Gebärpause und hoher Milchleistung konnte nicht gefunden werden. Auch hatte die Milchleistung keinen Einfluß auf den Calcium- und Phosphorspiegel der Tiere.

6. 5. Die Nachkommengruppen verschiedener Bullen wiesen unterschiedliche Geburtswerte für Calcium und Phosphor auf.

7. SUMMARY

7. 1. During 1972 the calcium and inorganic phosphorus contents from bloodsamples of 128 cows of the Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München in Oberschleißheim were examined.

During this period 20 cows showed clinical signs of parturient paresis. A seasonal occurrence was not observed. From each cow blood samples were taken every 8 weeks. During the perinatal period blood samples were taken more frequently.

7. 2. Influence of the time of the year on the serum Ca- and P- levels.

7. 2. 1. Serum calcium- and phosphorus concentrations are significantly influenced by the season of the year. The cause of these remarkable monthly deviations can not be explained.

7. 2. 2. Further the calcium- and phosphorus levels differ significantly during the lactation - stage.

7. 2. 3. There is only a significance between the age of the cows and the serum phosphorus level. With the increasing lactation number the calcium level remains constant.

7. 3. Calcium- and phosphorus levels during the perinatal period.

7. 3. 1. During calving time there was a distinct difference of serum calcium- and phosphorus levels between clinically healthy and sick cows.

The perinatal concentration drop was less in healthy cows.

7. 3. 2. Cows with parturient paresis had significant lower calcium- and phosphorus values during the calving time than healthy cows.

7. 3. 3. The decrease of calcium concentration increases with age. The calcium concentration is constant from the 3. lactation on with healthy cows; cows with parturient paresis show a steady drop of serum calcium levels with every further lactation.

The decrease of phosphorus concentration increases up to the 3. lactation as well. With higher lactations it is not possible to demonstrate the dependence of age.

7. 4. A connection between the appearance of parturient paresis and high milk production can not be found. Further high milk production has no influence of the serum calcium levels of the cows.

7. 5. The progeny groups of different bulls show different perinatal calcium- and phosphorus levels.

8. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

AMROUSI, S. EL und W. Hofmann (1970)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder, 1. Mittlg.
DTW 77, Nr.3, 49-53

DIESELBEN (1970)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder, 3. Mittlg.
DTW 77, Nr.16, 403-407

BECKER, P. (1957)

Versuche, den ruhenden Zyklus bei erwachsenen Rindern mit Hungersterilität durch Gaben von Mineralsalzen, Vitamin D und Vitamin E zu beeinflussen unter gleichzeitiger Kontrolle der Calcium- und Phosphorwerte im Blutserum normal und unterernährter weiblicher Rinder
Diss. Berlin

BELSCHNER, H.G. (1967)

Cattle Disease by Angus und Robertson LTD, Sydney, 93

BHOSREKAR, M.R. Daniel, S.J., Mullick, D.N. (1967)

Untersuchungen über Puls, Atmungsfrequenz, Rektaltemperatur, sowie Blut- und Serumzusammensetzung bei laktierenden Milchkühen
Indian J. Dairy Sci 20, Nr.1, 49-52

BLENDINGER, W. (1917)

Gedanken zum Kapitel Ätiologie der Gebärpause
Münch. Tierärztl. Wschr. 68, 556-558

BLOOD, D. C. and Henderson J.A. (1968)

"Veterinary Medicine", 3rd. ed. Bailliere,
Tindall and Cassel, London

BODA, J.M. und H.H. Cole (1956)

Relation of Calcium Metabolism to Parturient Paresis
J. Dairy Sci.39, 1027-54

BOSTEDT, H. (1972)

Der Einfluß der normalen und der gestörten Geburt auf
einige klinisch - chemisch feststellbare Blutparameter
bei Rind und Schaf

Habilitationsschrift München

BRONCHARD, M. (1964)

La prevention de l' hypocalcémie vitulaire

Ann. Zootechn. 13, H1, 63-69

BRONSCH, K. (1969)

in Spörri, H. und K. Stünzi,

Pathophysiologie der Haustiere

Paul Parey Verlag, Berlin - Hamburg

BUTENDIECK, N. (1965)

Untersuchungen in Rinderherden auf Betrieben mit unter-
schiedlicher Wirtschaftsweise unter besonderer Berück-
sichtigung des Mineralstoffgehaltes des Blutes und des
Bodens sowie der Zwischenkalbezeit

Diss. Hannover

CARLSTRÖM, G. (1961)

Studies on parturient paresis in dairy cows.

Calcium protein in bovine serum normally, after parturition
and in parturient paresis

Acta vet. scand. 2, 330-349

CURTIS, R.A., J.F. Cote, J.A. Mills (1969)

An epizootiological study of Parturient Paresis.

in Parturient Hypocalcemia, Academic Press, New York -
London, 1970

DRYERRE, H. und R. Greig (1925)

Milk fever: its possible association with derangements
in the internal secretions

Vet. Record. 5, 225-231

DUCKWORTH, T. und W. Godden (1940)

J. Dairy Res. 11;9

DUKES, H.H. (1960)

Fisiologia de los Animales Domésticos

Editorial Aguilar, Madrid

EBERHARD, J.G. (1793)

Verloskunde van het rund

Vorgelegt der Maatschapij ter bevordering van het
Landbouw zu Amsterdam

EHGARTNER, J. (1966)

Der Einfluß des Wetters auf das Auftreten der Gebärpa-
rese beim Rind

Diss. Berlin 1966

ENDER, F., J.W. Dishington und A. Helgebostad (1956)
Gebärparese und bei Milchkühen experimentell hervor-
gerufene diesbezügliche Formen hypocalcämischer Stö-
rungen

Nord. Vet. Med. 8, 507-513

ENDER, F., and J.W. Dishington (1969)

Etiology and prevention of paresis puerperalis in dairy
cows

in parturient paresis, Academic Press, New York u. London

ENDER, F. u. a. (1962)

Calciumfütterung

Acta Vet. Scand. Suppl. 3, H1, 1-52

GARNER (zit. nach Makala, 1963)

GITELMANN, H.J. (1967)

zitiert nach Technicon Methodenblatt AAI-03

Anal Biochem. XVIII, 521 (1967)

GREIG, J.R. (1930)

Studies in the prevention of milk fever

Vet. Record 10, 301-305

GÜRTLER, H. (1964)

Ernährungsphysiologische Aspekte zur Ätiologie,
Behandlung und Prophylaxe der Gebärpause der Rinder
Monatshefte f. Vet.med. 19, 327-332

HALLGREEN, W. (1940)

Zur Ätiologie und Pathogenese des Gebärkomas beim Rind
Grad.-abhandl. Glerupska, Lund.

HALLGREEN, W. (1962)

Gebärparese, Paresis puerperalis
internat. Tagung Rinderkrankheiten (Wien 1962)

HAMBROCK, H. (1931)

Calcium- und Phosphorwerte im Serum und Harn gesunder
und kranker Rinder
Diss. Hannover

HAMILTON, J.B., L.D. Bunch, G.E. Mestler und R. Imagawa
(1956)

Effects of orchietomy upon chemical constituents of
blood in young mature males, with special reference for
sustained increase in the level of serum inorganic
phosphorus
J. Clin. Endocr. 16, 301-321

HEMSLEY, L. A. (1957)

Beobachtungen über Gebärpause bei der Kuh
Vet. Rec. 69, 464-468

HENDERSON, J.H. (1938)

Observations on Reproduction and Associated conditions
in a herd of dairy cattle
Cornell Vet. 28, 173-194

HIBBS, J.W. and W. D. Pouden (1951)

Recent developments in the use of vitamin D in the
prevention of milk fever in dairy cows
J. Dairy Sci. 34, 498

HIPPMANN, (1930)

Über den Calcium- und Phosphorgehalt des Blutserums
bei gesunden Rindern
Diss. Hannover

HOFMANN, W. (1971)

Über das Festliegen der Rinder
Die blauen Hefte, Okt. 71, 305-308

HOFMANN, W. und S. El Amrousi (1970)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder, 2. Mittlg.
DTW 77, 73-76

HOFMANN, W. und E. Lanz (1962)

Zur Klinik und Therapie von Festliegen nach der Geburt,
Gebärparese und Geburtstetanie bei Kühen
Wien. Tierärztl. Mschr. 49, 15-23

HURST, R.O. (1967)

A simplified Approach to the Use of Determinents and
Calculation of Rate Equations for Complex Enzyme Systems
Can. Jour. of Biochem. XLV, 2015 (1967)
zit. nach Technicon Methodenblatt AATII - 04

JAKOBSEN, - und -, Knudsen (1962)

The association between hypercalcemia and abnormal rumen
function in puerperal paresis of cows
Cornell Vet. 52, 173-185

JÖNSSON, G. (1960)

On the Etiology and Pathogenesis of Parturient Paresis
in dairy cows
Acta agr. Scand. Suppl. 8, 1 - 78

KANEKO, J.J., C.E. Cornelius (1969)

Clinical Biochemistry of Domestic Animals, Volume 1
Academic Press, New York and London

KATTWINKEL, K.H. (1973)

pers. Mitteilung

KIMBERG, D.V., D. Schachter and H. Schenker (1961)
Activ transport of calcium by intestine; effects of
dietary calcium

Amer. J. Physiol. 200, 1256-1262

KIRCHGESSNER, M. (1955)

Mineralstoff und Spurenelementuntersuchungen von Milch
und Blut beim Rindvieh sowie von wirtschaftseigenen
Futtermitteln unter besonderer Berücksichtigung des
Wiesenheues im Hinblick auf Gebärpause und Festlie-
gen während der Maternität.

Hohenheim, Landw. Diss.

KISSELJOW, G.I. (1962)

Visnyk Sil' Skogospodarskoi Nauky, Kiew
Kiew, 5, 121

KOLB, E. (1967)

Lehrbuch der Physiologie der Haustiere
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

KRAML, M. (1966)

Zit. nach Technicon Methodenblatt AAI - 04
Clin. Chem. Acta XIII, 442

LANE, A.G., Campbell, J.R., Krause, G.F. (1968)

Blood mineral composition in ruminants
J. Animal Sci. 27

LAUNER, P. (1967)

Vergleichende Bestimmungen des Serumcalciumspiegels
zwischen der manganometrischen und der complexome-
trischen Methode bei klinisch gesunden Rindern unter
Berücksichtigung des Lebensalters und des Geschlechts.
Leipzig, Vet. Diss.

LAVOR, P., M. Brochard und M. Theret (1961)

Untersuchung über das MilCHFieber und die Weidetetanie
der Rinder in Frankreich

Economie et Medecine animale 2, 5-38

LEECH, F.B., Davis, M.E., Macrae, W.D., and Withers, F.W.
(1960)

Disease, Wastage and Husbandry in the British Dairy Herd
London H.M.S.O.

LIEBSCH, E. (1937)

Die Gebärpause und wesensverwandte Erkrankungen bei
unseren landwirtschaftlichen Haussäugetieren
Tierärztl. Rundschau 43, 709-713, 728-730, 741-745

LIGEIS, F., J. Derivaux, L. Hennaux (1948)

Constantes sanguines des équides, des bovins et du
chien à l' état normal
Ref. Recueil méd. vet. 124, 375-376

LITTLE, W.L. und N.C. Wright (1925)

The aetiology of milk fever in cattle
Vet. Record 5, 631-633

MÄKÄLÄ, A. (1963)

Parturient and metabolic disturbances in the cow and
their influence upon milkproduction
J. Scientif. Agric. Soc. Finland 35, 143-164

MAHOUDY, G. (1961)

Quelques considérations techniques sur la détermination
de la kaliémie et de la calcémie chez les bovins par
spectrophotométrie de flamme
Diss. Lyon

MAYER, G., C. Ramberg jun., D. Kronfeld und andere (1969)

Plasma parathyroid hormone concentration in hypocalcemia
parturient cows
Amer. J. veterin. Res. 30, 1587-1597

METZGER, H.J. und H.B. Morrison (1936)

The occurrence of milk fever in the Kentucky Station herd
over a period of twenty years
Proc. Amer. Soc. Anim. Prod. 48, 48-52

MEYER, H. (1966)

Einfluß von Züchtung und Vererbung auf den Mineralstoffwechsel und Mineralstoffbedarf bei Nutztieren

DTW 73, Nr.8, 169-173

MOODIE, E.W., A. Marr und A. Robertson (1955)

Serum calcium and magnesium and plasma phosphate levels in normal parturient cows

J. Comparat. Pathol. Therap. 65, 20-36

OLL' J. und K.; Kibe, P. P. (1968)

Zur Frage der Elektrolytuntersuchung des Blutes an Kühen, 3. Mittlg.: Calcium

sel'skochozjajstvnennoj akademii, Tartu 58, 136-145

OSINGA, A. (1963)

Die Fütterung und das klinische Bild des Milchfiebers

Tschr. diergeneesk. 88, H.3, 147-153

OSINGA, A. (1965)

Der insuffiziente Calciumstoffwechsel, seine Beziehungen zur puerperalen Parese und deren Behandlung

Tschr. diergeneesk. 90, H.10, 725-735

PAYNE, J.M. (1967)

The cause and prevention of milk fever

Vet. Rec. 81, H.22, Clin. Suppl. 12, 1-2

PAYNE, J.M. und F.B. Leech (1964)

Factors affecting plasma calcium and inorganic phosphorus concentrations in the cow with particular reference to pregnancy, laktation and age

Brit. Vet. J. 120, 385-388

PAVUNATT,- u. a. (1968)

Die puerperale Parese bei Kühen in der SR Kroatien und Teile Bosniens im Sava - Basen

Ber. 5. Int. Tagung Rinderkrankheiten Opatija 1968, 404-401

PUFFE, M. und H. Seidel und E. Grün (1969)

Das Verhalten der Konzentrationen verschiedener Mineralstoffe sowie der Aktivität der alkalischen Phosphatase im Serum von klinisch gesunden Rindern während der Hochträchtigkeit und des Frühpuerperiums

Monatshefte f. Veterinärmed. 25, 1970, 105-107

RABEN, M., P. Minton, M. Mitchell und H.J. Juarez - Penalva (1962)

Metabolic effects of growth hormone in man Protein metabolism

Springer Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg

ROBERTSON, A., A. Marr and E.W. Moodie (1956)

Milk Fever

Vet. Rec. 68, 173-182

ROSENBERGER, G. (1960)

In Richter - Götze, Tiergeburtshilfe

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 696-697

SAID, A.H., K. Zaki, E.A. El Azab und M. Shaker (1964)

Effect of Age, pregnancy and certain pathological conditions and serum levels of calcium, phosphorus, total Protein and Protein-Bound Polysacharrides in Friesian Cattle

Zbl. Vet. med. 11, 685-691

SCHEUNERT, A. und A. Trautmann (1965)

Lehrbuch der Veterinärphysiologie

Verlag Paul Parey Berlin, Hamburg

SCHMID, K. (1963)

Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt des Blutserums in Rinderherden mit Störungen der Fruchtbarkeit unter Berücksichtigung der chemischen Mischfutteranalyse
Diss. Hannover

SCHMIDT, J. (1897)

Studium und Versuche über die Ursache und die Behandlung der Gebärpause

Monatshefte prakt. Tierheilk. 9, 241-262, 289-321

SCHRÖTER, J. und H. Seidel (1966)

Mineralstoffbestimmungen im Serum sowie in der Milch von festliegenden Rindern.

Monatshefte f. Vet. med. 21, 606-612

SEEKLES, L., P. Reitsma, Th. De Man & J.H.G. Wilson (1958)

Resultate van de tijdige intraveneuze toediening van hoge doseringen kristallijn vitamine D₃ in gesolubilisieerde vorm aan runderen ter voorkoming van melkziekte

Teijdschr. Diergeneesk. 83, 125-136

SHIRLEY, R.L., Easley, J.F., Mc. Call, J.T.,

Davis, G.K., Kirk, W.G. and Hodges, E.M. (1968)

J. Animal Sci 27, Nr.3, 757-765

SJOLLEMA, B. (1933)

Stoffwechselstörungen des Rindes

Utrecht, 1933

SMITH, V.R. (1957)

Können wir eine Antwort auf das Problem des Milchfiebers geben?

Futter und Fütterung, 1957 H.1, 550-551

SQUIBB, R.L., J.E. Braham, M.A. Guzman und

N.S. Scrimshaw (1958)

Several blood constituents of five breeds in dairy cattle in Guatemala

Amer. J. Vet. Res. 70, 112-114

STÖBER, M. (1970)

In Rosenberger, G. Krankheiten der Rinder

Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg

STÖCKL, W., B. Luschin, M.K. Zacherl und M. Weiser (1965)
Vergleichende Serumuntersuchungen bei Kühen vor und
nach der Geburt und bei deren Kälbern
Zbl. Vet. Med. 12, 404

SWARBRICK, O. (1956)
Unpublished practice records for 1955 - 56
Vet. Rec. 77, 351-352

UNSELM, J. und D. Flock, (1967)
Die Konzentration des anorganischen Phosphors und die
Aktivität der alkalischen Phosphatase im Blutplasma
von Rindern in Abhängigkeit vom Alter und anderen
Einflußfaktoren
Zbl. Vet. Med. 14, 528

UNSELM, J., Rappen, W.H. (1968)
Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwan-
kungen von Blutbestandteilen beim Rind. 1. Mittlg.
Zbl. Vet. Med. 15, Nr.5, 418-437

VIGUE, R.F. (1952)
Influence of Protein on the Milk fever complex
Vet. Med. 47, 215

WARD, G.M., T.H. Blosser and M.F. Adams (1952)
The relations of prepartal and postpartal mineral
balances to the occurrence of parturient paresis
in dairy cows
J. Dairy Sci. 35, 587-594

YOUNG, D.M. und Capen, C.C. (1970)
Thyrocalcitonin content of thyroid glands from cows
with Vitamin D - induced hypercalcemia
Endocrin. 86, 1463

ZUCKER, H. (1953)
Untersuchungen über den Einfluß eines Mineralbeifutters
auf den Ca- und P- Gehalt des Blutserums von Milchkühen
Tierärztl. Umsch. 8, 453-455

Herrn Professor Dr. H. K r ä u ß l i c h möchte ich zum Schluß meiner Arbeit für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Desgleichen bin ich Herrn Dipl.-Chemiker Dr. F. G r a f für die am AutoAnalyzer durchgeführten Untersuchungen und die mir erwiesene Hilfsbereitschaft zu besonderem Dank verpflichtet.

Auch Herrn Dipl.-Mathematiker Dr. K. O s t e r k o r n gilt mein Dank für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

LEBENS LAUF

Am 14. Juni 1945 wurde ich als Sohn des Beamten Josef Rau und seiner Ehefrau Rosa, geb. Jäckle in Großkissendorf, Landkreis Günzburg geboren.

Nach Volksschuljahren in Augsburg und München von 1951 bis 1955, besuchte ich das Rupprecht - Gymnasium in München, an dem ich, nach einem einjährigen Besuch des Gymnasiums Schönhärl und Wild in Gräfelfing, 1967 das Abitur ablegte.

Im selben Jahr immatrikulierte ich mich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, an der ich im September 1972 die Tierärztliche Prüfung mit Erfolg bestand.

Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 6. November 1972.

Vom Dezember 1972 bis April 1973 war ich als Verwalter der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten am Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung angestellt.

